



## **RECHERCHES ET ETUDES PHYTOSANITAIRES CONDUITES AU MALI**

**RAPPORT DE LA CAMPAGNE 2002**

**RENOU Alain (CIRAD)**

**Partenaires : TOGOLA Mamoutou (IER)  
TERETA Idrissa (IER)  
BAGAYOKO Boubou (IER)**



## SOMMAIRE

<b>ETUDE DES INTERACTIONS ENTRE DENSITE DE PLANTATION - PROTECTION PHYTOSANITAIRE ET REGULATEUR DE CROISSANCE DU COTONNIER DANS LE CAS DE SEMIS PRECOCES</b>	<b>4</b>
1 Justification	4
2 Objectifs	4
3 Matériel et méthodes	4
3.1 facteurs, modalités, dispositif statistique, parcellaire, dimensions	4
3.2 observations	4
3.2.1 suivi de la croissance au début de la floraison	5
3.2.2 suivi de la fructification des cotonniers et de la rétention des organes fructifères	5
3.2.3 ravageurs	5
3.2.4 production et examen de la production	5
3.2.5 contrôle de la densité de plantation	6
3.2.5 contrôle de l'effet du régulateur de croissance	6
4 Résultats	6
5 Conclusions et discussions	16
<b>ETUDE DES INTERACTIONS ENTRE GENOTYPE ET DENSITE DE PLANTATION POUR DES SEMIS TARDIFS EN L'ABSENCE DE PROTECTION PHYTOSANITAIRE ET DE FUMURE MINERALE AU MALI</b>	<b>20</b>
1 Justification	20
2 Objectifs	20
3 Matériels et méthodes	20
3.1 facteurs, modalités, dispositif statistique, dimensions des parcelles	20
3.2 observations	20
3.2.1 levée des plantules	20
3.2.2 suivi de la croissance et de la fructification des cotonniers	20
3.2.3 suivi de la floraison	21
3.2.4 ravageurs	21
3.2.5 production et examen de la production	21
4 Résultats	21
5 Conclusions et discussions	31
<b>MISE AU POINT DE PROGRAMMES D'INTERVENTIONS SUR SEUIL EN CULTURE COTONNIERE AU MALI</b>	<b>36</b>
1 Justification	36
2 Objectifs	36
3 Matériels et méthodes	36
3.1 facteurs, modalités, dispositif statistique, parcellaire, dimensions	36
3.2 observations	37
3.2.1 chenilles de la capsule	37
3.2.2 suivi de la fructification des cotonniers et de la rétention des organes fructifères	37
3.2.3 ravageurs autres que les chenilles carpophages	37
3.2.4 abscission d'organes fructifères	37
3.2.5 production et examen de la production	37
3.3 analyses de résultats	38
4 Résultats	38
5 Conclusions et discussions	49

<b>INTERET DE L'ETETAGE DES COTONNIERS EN COURS DE CAMPAGNE AU MALI</b>	51
1 Justification	51
2 Objectifs	51
3 Matériels et méthodes	51
3.1 modalités étudiées, dispositif statistique et répartition parcellaire	51
3.2 observations	52
3.2.1 suivi de la formation des branches fructifères	52
3.2.2 suivi des infestations de chenilles carpophages	52
3.2.3 abscission d'organes fructifères	52
3.2.4 production et examen de la production	52
4 Résultats	52
5 Conclusions	56
<b>RECHERCHE DE VARIETES DE COTONNIER ADAPTEES AUX CONDITIONS DE CULTURE BIOLOGIQUE AU MALI</b>	58
1 Justification	58
2 Objectifs	58
3 Matériel et méthodes	58
3.1 protocole, dispositif statistique et conditions de réalisation de l'étude	58
3.2 Observations	58
3.2.1 levée des plantules	58
3.2.2 suivi de la croissance et de la fructification des cotonniers	58
3.2.3 suivi de la floraison	59
3.2.5 NAWF	59
3.2.6 production et examen de la production	59
4 Résultats	59
4.1 Essai de Kolondiéba	59
4.2 Essai de Yanfolila	64
4.3 Regroupement des deux essais	70
5 Conclusions et discussions	74
<b>ETUDE DES INTERACTIONS ENTRE GENOTYPE DE COTONNIER ET DENSITE DE PLANTATION DANS DES CONDITIONS DE CULTURE BIOLOGIQUE AU MALI</b>	85
1 Justification	85
2 Objectifs	85
3 Matériels et méthodes	85
3.1 facteurs, modalités, dispositif statistique, dimensions des parcelles	85
3.2 conditions de culture	85
3.3.1 levée des plantules	85
3.3.2 suivi de la croissance et de la fructification des cotonniers	86
3.3.3 suivi de la floraison	86
3.3.4 NAWF	86
3.3.5 ravageurs	86
3.3.6 production et examen de la production	86
4 Résultats	87
4.1 Essai de Yanfolila	87
4.2 Essai de Kolondiéba	96
4.3 Regroupement des deux essais	104
5 Conclusions et discussions	115

# ETUDE DES INTERACTIONS ENTRE DENSITE DE PLANTATION - PROTECTION PHYTOSANITAIRE ET REGULATEUR DE CROISSANCE DU COTONNIER DANS LE CAS DE SEMIS PRECOCES

## 1 Justification

Parmi les moyens qui permettent de réduire l'incidence des ravageurs d'une culture figure la non-coïncidence entre une phase sensible de la production et une période de fortes infestations. Pour le cotonnier au Mali il s'agit d'assurer une production avant les infestations élevées en chenilles carpophages habituellement rencontrées en fin de campagne.

Dans le cas de semis tardifs (du 19 juillet), il fut montré en 2001 que l'augmentation de la densité de plantation pouvait alors être considérée comme une mesure de protection intégrée de la culture cotonnière en permettant à une grande partie de la production d'échapper aux fortes infestations en chenilles carpophages rencontrées en fin de campagne. Ces premiers résultats encourageants méritaient confirmés dans d'autres conditions.

## 2 Objectifs

Les objectifs de cette étude ont donc été : d'examiner si l'augmentation de la densité de plantation procure les mêmes effets lorsque la date de semis est moins tardive et d'étudier la possibilité de renforcer ces effets par l'utilisation d'un régulateur de croissance en précisant les conditions de son emploi. Accessoirement les effets des variations de densité de plantation sur les populations de ravageurs ont été abordés.

## 3 Matériel et méthodes

### 3.1 facteurs, modalités, dispositif statistique, parcellaire, dimensions

Trois facteurs ont été mis en œuvre au sein d'une étude dans un dispositif split plot à 3 étages et 6 répétitions. Dans l'ordre ils ont été : la protection insecticide, l'emploi d'un régulateur de croissance du cotonnier et la densité de plantation. Pour la protection phytosanitaire deux niveaux ont été considérés : non traité (NT) et protection vulgarisée (ST). Pour le régulateur de croissance 3 modalités ont été étudiées : non-application (A), application au début de la floraison sans condition (B) et application au début de la floraison si le  $\Delta$  HNR était supérieur à 6 à cette période. Pour la densité de plantation deux modalités ont été mises en œuvre : 8,33 plants par m<sup>2</sup> (D1 : 0.8 m x 0.3 m x 2 plants par poquet) et 16,67 plants par m<sup>2</sup> (D2 : 0.4 m x 0.3 m x 2 plants par poquet). La variété utilisée était NTA 88 6 (variété vulgarisée), le régulateur de croissance du cotonnier fut le PIX utilisé à 1,0 l/ha et la protection vulgarisée comprenait 2 traitements avec l'endosulfan (à 500 g/ha) suivis de 4 traitements avec une association binaire (cyperméthrine – chlorpyrifos éthyl à 36 - 150 g/ha), 14 jours séparant deux traitements successifs. En raison d'une installation retardée de la saison des pluies, cette étude fut mise en place le 20 juin.

La parcelle élémentaire comprenait 3 lignes de 10 mètres lorsque la densité de plantation était de 8,33 plants par m<sup>2</sup> et 6 lignes de 10 mètres lorsque la densité de plantation était 16,67 plants par m<sup>2</sup>.

### 3.2 observations

Les observations ont été réalisées sur la ligne centrale de chaque parcelle dont la densité de plantation était de 8,33 plants par m<sup>2</sup> et sur l'une des deux lignes centrales de chaque parcelle dont la densité de plantation était de 16,67 plants par m<sup>2</sup>.

### 3.2.1 suivi de la croissance au début de la floraison

Deux observations ont été réalisées à propos de la croissance des cotonniers dans les parcelles où l'application du régulateur de croissance devait dépendre de la croissance de cotonniers au début de la floraison.

La première observation a été effectuée au 44<sup>ième</sup> jour après la levée et la seconde au 51<sup>ième</sup> jour après la levée. Par parcelle on a examiné 10 cotonniers à raison de 1 plant par poquet et 10 poquets différents. La hauteur de chaque cotonnier à partir du nœud cotylédonaire et le nombre de nœuds formés sur la tige principale ont été relevés. Soient h1 et n1 ces valeurs à la première date et h2 et n2 celles à la seconde date, le ratio  $(h2-h1) / (n2-n1)$ , appelé  $\Delta$  HNR, a alors été calculé par parcelle.

### 3.2.2 suivi de la fructification des cotonniers et de la rétention des organes fructifères

Cette observation a été réalisée dans toutes les parcelles aux dates suivantes : 40<sup>ième</sup>, 60<sup>ième</sup>, 80<sup>ième</sup> et 100<sup>ième</sup> jour après la levée. A chaque date, on a examiné 10 cotonniers par parcelle à raison de 1 plant par poquet et 10 poquets différents. Ces cotonniers ont pu changer d'une observation à l'autre de manière à éviter des plants écimés par des ravageurs. Pour chaque cotonnier et pour chacune de ses branches fructifères (de la 1<sup>ère</sup> à la 15<sup>ième</sup>) on a relevé l'absence ou la présence (avec sa nature) d'un organe fructifère en première position.

### 3.2.3 ravageurs

A partir du 30<sup>ième</sup> jour après la levée, cette observation hebdomadaire en parcelles non traitées a concerné les chenilles d'*Helicoverpa armigera* (Hübner), de *Diparopsis watersi* (Rotschild), d'*Earias* sp, de *Spodoptera littoralis* (Fabricius), de *Syllepte derogata* (Fabricius) et d'*Anomis flava* (Fabricius) et les insectes piqueurs suceurs suivants : jassides, pucerons, mirides et aleurodes. Les chenilles ont été dénombrées sur 10 plants par parcelle en examinant l'ensemble de chaque plant. Pour les pucerons (aptères uniquement) on a noté pour les mêmes plants et par plant le nombre de feuilles infestées en examinant les cinq feuilles terminales. Pour les jassides (tous stades confondus) et les aleurodes (uniquement les adultes) les populations présentes sur la 5<sup>ième</sup> feuille terminale (en partant du sommet du plant et en descendant vers le bas) de chacun de ces plants ont été relevées. Pour les mirides l'observation a été faite toujours au niveau des mêmes plants et pour chacun d'eux on a examiné les dégâts provoqués sur les cinq feuilles terminales en utilisant la grille de cotation de Coacker pour chaque feuille (0 = aucun dégât, 1 = légères déchirures et 2 = feuille en lambeaux).

### 3.2.4 production et examen de la production

Avant les récoltes de coton-graine, par parcelle on a délimité un tronçon de ligne de 1,5 mètre sur une ligne centrale. Tous les cotonniers présents sur un tronçon ont été examinés de manière détaillée pour leur production. Pour chaque branche fructifère et pour chaque position de chacune d'elles on a noté la nature de l'organe fructifère présent en considérant les catégories habituelles : capsules entièrement saines, capsules partiellement saines, capsules pourries et capsules momifiées. Pour les branches végétatives on s'est contenté de noter par branche végétative le nombre de capsules dans chacune de ces catégories.

La récolte du coton graine produit par ces cotonniers a ensuite distingué les productions des premières positions des branches fructifères (de la première à la quinzième par groupe de 5 branches fructifères successives), la production des branches végétatives et enfin la production de toutes les autres positions fructifères.

Par parcelle, la production de coton graine de la ligne ayant été sélectionnée pour les observations précédentes a été récoltée. Cette production (ajoutée à celle des cotonniers examinés) a servi à l'estimation des rendements en coton graine de chaque parcelle.

### 3.2.5 contrôle de la densité de plantation

Après les récoltes, pour chaque parcelle on a noté le nombre de plants présents sur une ligne centrale.

### 3.2.5 contrôle de l'effet du régulateur de croissance

Après les récoltes, pour chaque parcelle on a examiné 10 plants (un plant par poquet) et on a relevé leurs hauteurs à partir du nœud cotylédonaire.

## 4 Résultats

L'application de régulateur de croissance du cotonnier n'a concerné que les parcelles pour lesquelles elle devait être réalisée de façon systématique au début de la floraison. En effet les parcelles pour lesquelles elle devait être effectuée en fonction de la croissance des cotonniers au début de la floraison n'ont pas présenté de valeur de  $\Delta$  HNR supérieure à 6 à cette période. Les valeurs de  $\Delta$  HNR de ces parcelles ont été comprises entre 3,13 et 5,83 (avec une moyenne de 4,58).

### *dynamique des infestations de ravageurs*

Le ravageur carpophage dominant de cette campagne a été *D. watersi* comme le montre la figure 1 avec deux pics d'infestation. Toutefois ses populations n'ont jamais dépassé 7 chenilles pour 100 plants. Les espèces d'*Earias* spp sont restées très discrètes jusqu'à la mi-septembre pour présenter de fortes populations au début du mois d'octobre. Enfin, *H. armigera* a quasiment été absent au sein de cette étude.

Les ravageurs phyllophages n'ont été représentés pratiquement que par *S. derogata* qui, comme habituellement, a marqué la fin de campagne (Figure 2). Il en est de même pour les aleurodes alors que les infestations de jassides restent sans grande variation de la mi-août à la fin de la campagne (Figure 3). Les aphides ont été très présents au cours de cette campagne mais contrairement aux indications données par les pourcentages de feuilles infestées (Figure 4), leurs colonies n'ont jamais été très importantes. Enfin, les mirides ont été quasiment absents de cette campagne et les rares dégâts qu'on peut leur attribuer ont été notés à partir de la fin août.

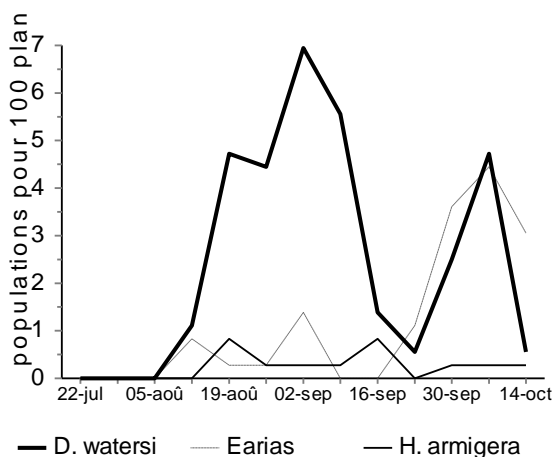


Figure 1 : dynamique des infestations de chenilles carpophages

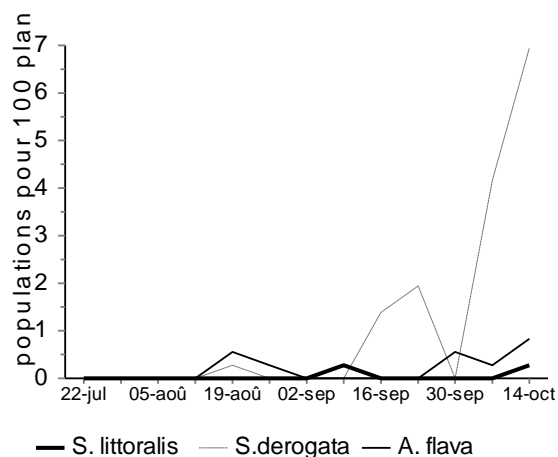


Figure 2 : dynamique des infestations de chenilles phyllophages

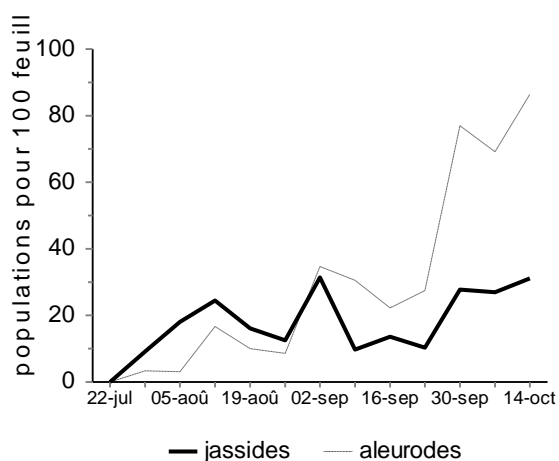


Figure 3 : dynamique des infestations de jassides et d'aleurodes

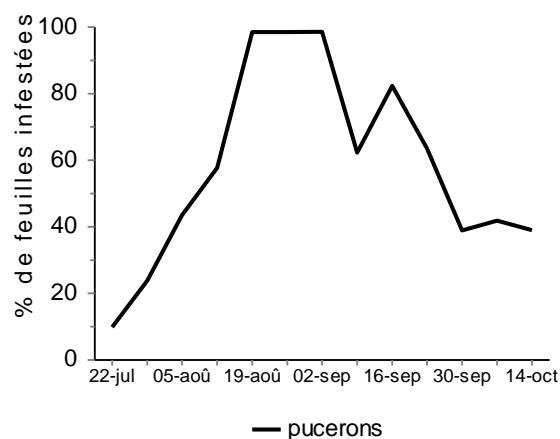


Figure 4 : dynamique des infestations de pucerons

### effets des facteurs étudiés sur les infestations de ravageurs

Les observations n'ayant été réalisées qu'en parcelles non traitées, seuls les effets de l'application d'un régulateur de croissance et de l'augmentation de la densité de plantation pouvaient être étudiés. Pour l'application du régulateur de croissance, un contraste (subdivision de la somme des carrés des écarts dus aux traitements) a été utilisé en raison de la non-application du régulateur de croissance sur les parcelles au sein desquelles une règle avait été fixée pour la réaliser. Comme aucune interaction significative entre ces deux facteurs n'est apparue dans les analyses entreprises, les résultats que nous présentons se limitent à leurs effets séparés.

Aucun effet significatif de l'application d'un régulateur de croissance n'est observé dans les infestations de ravageurs si on excepte celles de puceron à la première date d'observation (le 22 juillet) c'est à dire bien avant l'application du régulateur (Tableaux 1 et 2 et annexe 1).

Tableau 1 : infestations de chenilles carpophages et phyllophages  
moyenne par parcelle

	population cumulée (10 plants x 13 observations)					
	H armigera	D watersi	Earias	S littoralis	S derogata	A. flava
pas d'application de régulateur	0,33	3,29	1,46	0,04	0,67	0,25
application de régulateur	0,33	3,17	1,58	0,08	1,08	0,25
F contraste	0,08	0,04	0,11	0,23	0,00	0,00
signification du contraste	78,02	84,39	74,93	64,72	95,45	100,00
Transformation	Log				Log	

Tableau 2 : infestations de jassides et d'aleurodes  
moyenne par parcelle

	population cumulée (10 feuilles x 13 observations)	
	jasside	aleurode
pas d'application de régulateur	23,88	38,00
application de régulateur	21,58	40,75
F contraste	1,58	1,38
Signification du contraste	23,65	26,75
Transformation	racine	

Vis-à-vis des mirides, les niveaux de dégâts enregistrés en 2002 ont été très faibles de sorte qu'aucune analyse statistique n'a été entreprise. Toutefois ces niveaux ont été plus élevés lorsqu'une application de régulateur a été réalisée (Tableau 3).

Tableau 3 : dégâts de mirides sur les feuilles terminales  
moyenne par parcelle  
moyenne de la somme des grades de dégâts de 10 cotonniers par observation

	Feuille du bouquet terminal (1 la plus âgée 5 la plus jeune)					moyenne des 5 feuilles
	1	2	3	4	5	
pas d'application de régulateur	0,29	0,08	0,00	0,00	0,00	0,08
application de régulateur	0,67	0,58	0,33	0,25	0,08	0,38

L'augmentation de la densité de plantation n'a pas eu d'effet significatif sur les infestations de chenilles carpophages et phyllophages (Tableau 4). Vis-à-vis des insectes piqueurs suceurs on note de manière significative une réduction des infestations de jassides due à l'augmentation de la densité de plantation, surtout marquée en fin de campagne (Tableau 5 et figure 2), et à certaines époques de celles de pucerons (annexe 2). Aucun effet n'est noté dans les infestations d'aleurodes (Tableau 5) mais il semble que les dégâts de mirides soient un peu moins sévères pour la forte densité (Tableau 6). Cependant en raison des faibles dégâts de ces ravageurs en 2002, cette observation n'a pas donné lieu à une analyse statistique.



Tableau 4 : infestations de chenilles carpophages et phyllophages  
moyenne par parcelle

	populations cumulées (10 x 13 observations)					
	H armigera	D watersi	Earias	S Littoralis	S derogata	A flava
D1	0,39	3,39	1,39	0,00	1,83	0,28
D2	0,28	3,11	1,61	0,11	1,11	0,22
F densité	0,25	0,27	0,28	2,00	0,25	0,08
Signification en %	62,77	61,69	61,24	17,49	62,75	77,49
Transformation	log				Log	

Tableau 5 : infestations de jassides et d'aleurodes  
moyenne par parcelle

	Population cumulée (10 feuilles x 13 observations)	
	Jasside	Aleurode
D1	25,06 b	41,17
D2	21,17 a	37,67
F densité	5,49	1,01
signification en %	3,20	40,07
transformation	Racine	

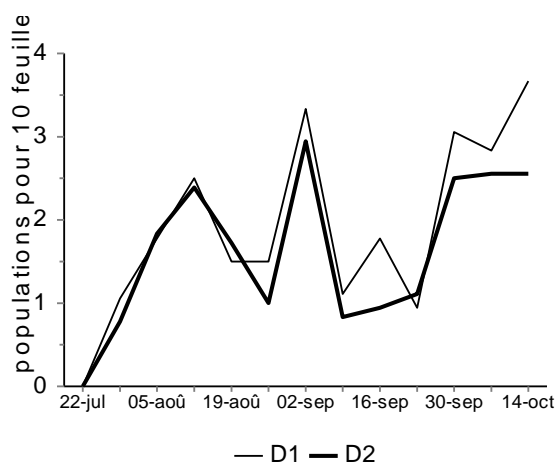


Figure 2 : évolution des infestations de jassides

Tableau 6 : dégâts de mirides sur les feuilles terminales  
moyenne par parcelle  
moyenne de la somme des grades de dégâts de 10 cotonniers par observation

	feuille du bouquet terminal (1 la plus âgée et 5 la plus jeune)					moyenne des 5 feuilles
	1	2	3	4	5	
D1	0,61	0,44	0,22	0,17	0,06	0,30
D2	0,22	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06

### *contrôle des densités de plantation*

Pour les parcelles qui devaient recevoir la densité de plantation la plus faible le nombre de plants par m<sup>2</sup> a varié de 4,0 à 8,4 avec une moyenne de 6,6. Pour les parcelles devant recevoir la plus forte densité de plantation, ces valeurs ont été respectivement de 9,2 et 17,0 pour les extrêmes avec une moyenne de 12,7.

### *taux de rétention des organes fructifères sur les premières positions de branches fructifères*

Les taux de rétention des organes fructifères sur les premières positions des branches fructifères n'accusent de baisses sensibles qu'entre le 80<sup>ième</sup> et le 100<sup>ième</sup> jour après la levée (soit entre le 10 et le 30 septembre). Cette baisse affecte surtout les branches fructifères au delà de la 5<sup>ième</sup> (figure 3).

Aucune interaction significative n'est notée entre les facteurs étudiés. Les effets de ces facteurs sont donc présentés séparément. L'effet positif de la protection phytosanitaire sur les taux de rétention des organes fructifères est celui qui apparaît le plus souvent de manière significative. Il est noté dès le 80<sup>ième</sup> jour après la levée pour les 5 premières branches fructifères et uniquement au 80<sup>ième</sup> jour après la levée pour les 5 branches fructifères suivantes. Par contre, il n'est jamais observé pour les branches fructifères au delà de la 10<sup>ième</sup> (annexe 3).

L'application d'un régulateur de croissance n'a pratiquement pas eu d'effet significatif sur les taux de rétention des organes fructifères des premières positions de branches fructifères. On note toutefois, uniquement au 100<sup>ième</sup> jour après la levée, des taux de rétention plus faibles pour les branches fructifères au delà de la 5<sup>ième</sup> (annexe 4) et de manière significative pour les branches fructifères 6 à 10.

Enfin, l'augmentation de la densité de plantation n'affecte négativement et significativement les taux de rétention des organes fructifères qu'à partir du 100<sup>ième</sup> jour après la levée quelles que soient les branches fructifères (annexe 5).

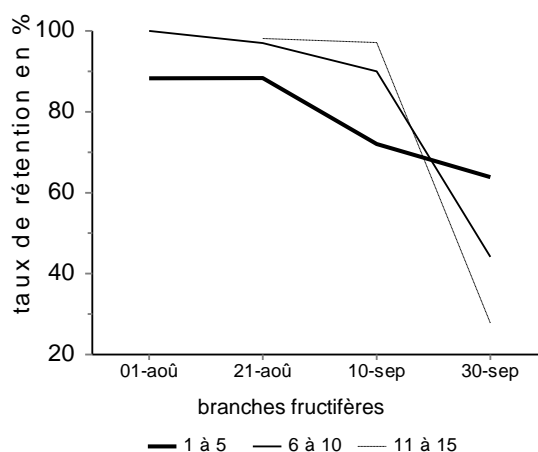


Figure 3 : évolution moyenne des taux de rétention des organes fructifères des premières positions de branches fructifères

### *production de coton graine et répartition de la production*

Dans la répartition de la production on ne note d'effet significatif que pour l'augmentation de la densité de plantation et aucune interaction significative n'est apparue entre les facteurs étudiés. Avec la densité de plantation la plus forte, la production provient essentiellement des premières positions des cinq premières branches fructifères (Tableau 7).

Tableau 7 : effets de la densité de plantation sur la répartition de la production

	part (en %) de la production provenant des			
	premières positions des branches fructifères			branches végétatives
	1 à 5	6 à 10	11 à 15	
D1	61,5 b	19,6 a	0,0	3,6 a
D2	78,0 a	12,2 b	0,0	0,8 b
F densité	16,31	8,66	1,06	16,12
Signification en %	0,04	0,61	31,33	0,04
Transformation	bliss	bliss	Bliss	bliss

L'application d'un régulateur de croissance ne modifie pas la répartition de la production à l'échelle des plants si ce n'est par une plus forte participation des branches végétatives qui ne dépasse toutefois pas 4 % (Tableau 8).

Tableau 8 : effets de l'application d'un régulateur de croissance sur la répartition de la production

Régulateur	part (en %) de la production provenant des			
	premières positions des branches fructifères			Branches végétatives
	1 à 5	6 à 10	11 à 15	
Non	72,2	16,2	0,0	1,3 b
Oui	65,7	14,7	0,0	3,7 a
F régulateur	2,09	0,41	0,71	5,62
Signification en %	16,03	53,49	41,54	2,67
Transformation	bliss	Bliss	bliss	Bliss

Du fait certainement de taux de rétention des organes fructifères plus élevés, la protection insecticide augmente la part jouée par les premières positions des cinq premières branches fructifères dans la production (Tableau 9). Toutefois cet effet n'est significatif qu'à 11 %.

Tableau 9 : effets de la protection insecticide sur la répartition de la production

	part (en %) de la production provenant des			
	premières positions des branches fructifères			Branches Végétatives
	1 à 5	6 à 10	11 à 15	
NT	67,9	16,9	0,0	1,6
ST	72,2	14,6	0,0	2,3
F protection	3,94	0,93	4,22	1,71
Signification en %	10,93	38,04	9,38	24,74
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss

Malgré une augmentation de près de 15 % de la production, l'effet de la protection insecticide n'apparaît pas significatif (Tableau 10). S'il est vrai que la pression parasitaire de cette campagne n'a pas été très élevée, l'absence d'effet significatif de la protection phytosanitaire est probablement liée au choix de celle ci comme premier facteur de cette étude avec un dispositif split plot à trois étages.

L'application d'un régulateur de croissance au début de la floraison a permis d'augmenter la production de coton-graine de 18,9 % (Tableau 10). Avec près de 26 % d'augmentation de production, l'effet de l'augmentation de la densité de plantation est très hautement significatif (Tableau 10). Il se manifeste tant en l'absence de protection phytosanitaire qu'en présence de celle ci. Mais, en l'absence de protection phytosanitaire, cet effet apparaît plus faible (12%). Mais, l'interaction entre ces deux facteurs (densité et protection) n'est significative qu'à 10 %. Les autres interactions ne sont pas significatives.

Tableau 10 : production de coton graine

		rendement en kg/ha
Protection	NT	1853
	ST	2130
	F protection	2,22
	Signification en %	19,49
Application de régulateur	sans application	1874 b
	avec application	2228 a
	F régulateur	4,26
	Signification en %	4,99
Densité	D1	1763 b
	D2	2220 a
	F densité	9,61
	Signification en %	0,42
Protection densité	NT D1	1753
	NT D2	1953
	ST D1	1773
	ST D2	2488
	F interaction protection densité	3,06
	Signification en %	8,71

Le supplément de production obtenu par une augmentation de la densité de plantation résulte probablement d'une production plus grande de capsules entièrement saines par unité de surface (coefficient de corrélation avec le rendement  $r = 0,936$ ) alors que la charge en capsules entièrement saines par plant est plus faible (Tableau 11).

Tableau 11 : effets de la densité de plantation et de l'application d'un régulateur de croissance du cotonnier sur la production de capsules entièrement saines

	nombre de capsules entièrement saines	
	par plant	par m <sup>2</sup>
densité de plantation		
D1	5,63 a	45,35 b
D2	3,47 b	56,62 a
F densité	39,51	8,64
signification en %	0,00	0,62
application d'un régulateur		
NON	4,35	48,61
OUI	4,95	55,73
F régulateur	3,28	4,10
signification en %	8,18	5,38

L'augmentation de production due à l'application d'un régulateur de croissance provient d'un nombre plus élevé de capsules entièrement saines par plant et par unité de surface. Mais ces derniers effets ne sont significatifs qu'à 10 %.

contrôle de l'effet du régulateur de croissance

Aucune interaction significative n'a été notée entre les facteurs étudiés. La protection insecticide a été sans effet sur la taille des cotonniers à la récolte (Tableau 12).

L'application de régulateur de croissance du cotonnier au début de la floraison s'est traduite par une réduction de la taille des plants et des variations de tailles en cm à l'intérieur des parcelles (Tableau 13). L'augmentation de la densité de plantation réduit significativement la taille des cotonniers mais en % les variations de taille sont plus fortes (Tableau 14).

Tableau 12 : effet de la protection phytosanitaire sur la taille des cotonniers

	taille en cm	Ecart type	
		en cm	en %
NT	65,06	3,99	6,08
ST	68,93	3,96	5,69
F protection	2,25	0,01	0,59
Signification en %	19,29	92,99	48,07
Transformation			bliss

Tableau 13 : effet de l'application du régulateur de croissance au début de la floraison sur la taille des cotonniers

Application d'un régulateur de croissance	taille en cm	écart type	
		en cm	en %
Non	70,33 a	4,28 a	6,04
Oui	60,31 b	3,38 b	5,58
F régulateur	15,24	9,63	1,30
Signification en %	0,10	0,55	26,79
Transformation			bliss

Tableau 14 : effet de l'augmentation de la densité de plantation sur la taille des cotonniers

	taille en cm	écart type	
		en cm	en %
D1	72,11 a	3,93	5,32 b
D2	61,88 b	4,03	6,46 a
F densité	29,73	0,17	9,74
Signification en %	0,00	68,63	0,40
Transformation			bliss

### *Analyse détaillée des plants à la récolte*

Dans les taux de rétention des organes fructifères à la récolte on retrouve pour les premières positions de branches fructifères les mêmes résultats ou les mêmes tendances que celles observées lors de suivi de plants pendant la campagne. Aucune interaction entre les facteurs étudiés n'est significative. Il n'y a toujours pas d'effet significatif de l'application d'un régulateur de croissance (Tableau 15). L'augmentation de la densité de plantation est accompagnée d'une réduction significative des taux de rétention (Tableau 15). Enfin, l'effet positif de la protection insecticide est significatif pour les cinq premières branches (Tableau 15) alors qu'il n'apparaissait pas lors des suivis de plants pendant la campagne.

En considérant maintenant toutes les positions fructifères apparues sur les branches fructifères, l'effet négatif de l'augmentation de la densité de plantation sur les taux de rétention disparaît (Tableau 15). Ce rééquilibrage est probablement dû à de très faibles rétentions des organes fructifères affectant les positions fructifères autres que la première de chaque branche fructifère qui sont de plus beaucoup plus nombreuses avec la densité de plantation la plus faible (6,5 positions par plant pour D1 contre 2,9 pour D2). L'interaction entre la densité de plantation et la protection phytosanitaire frôle la signification (signification à 6,83 %). Cela est probablement dû à une meilleure efficacité de la protection insecticide avec la densité de plantation la plus faible : le taux de rétention est amélioré de 5,2 % par la protection phytosanitaire avec la densité de 8,33 plants par m<sup>2</sup> et de 1,2 % seulement avec la densité de 16,67 plants par m<sup>2</sup>. Enfin, on observe toujours un effet positif significatif de la protection phytosanitaire (Tableau 14) mais aussi un effet positif significatif de l'application du régulateur de croissance (Tableau 15) alors qu'il n'apparaissait pas en considérant uniquement les premières positions des branches fructifères.

Tableau 15 : effets des facteurs étudiés  
sur les taux de rétention des organes fructifères

	taux de rétention en % sur les branches fructifères		
	premières positions branches fructifères		toutes les Positions
	1 à 5	6 à 10	
Protection phytosanitaire			
NT	54,04 b	33,03	37,19 b
ST	66,16 a	34,70	40,37 a
F protection	17,91	0,28	6,87
Signification en %	0,89	61,99	4,66
densité de plantation			
D1	64,67 a	39,13 a	38,87
D2	55,61 b	28,81 b	38,68
F densité	18,55	21,36	0,03
Signification en %	0,02	0,01	85,11
Application de régulateur de croissance			
NON	60,92	32,59	37,48 b
OUI	58,70	36,45	41,39 a
F régulateur	0,91	1,37	8,73
Signification en %	35,39	25,39	0,77
Transformation	Bliss	bliss	Bliss

Pour la qualité de la production, estimée à travers le taux de capsules entièrement saines, en dehors d'un effet significatif et positif de la protection insecticide au niveau des premières positions des cinq premières branches fructifères (Tableau 16)., aucun autre effet n'est apparu et les interactions entre les facteurs étudiés ne sont pas significatives.

En considérant que lors des récoltes particulières de plants, seul le coton-graine des capsules entièrement saines et des capsules partiellement saines a été récolté, des poids moyens capsulaires ont pu être calculés pour les premières positions des branches fructifères. La protection insecticide est sans effet significatif sur cette caractéristique (Tableau 16). Pour les cinq premières branches fructifères il en est de même de l'application d'un régulateur de croissance et de l'augmentation de la densité de plantation (Tableau 16). Cependant pour les 5 branches fructifères suivantes, mais avec des significations à 10 %, l'application d'un régulateur de croissance augmenterait le poids moyen capsulaire et l'augmentation de la densité de plantation aurait l'effet inverse (Tableau 16).

Tableau 16 : Effets des facteurs étudiés sur la qualité de la production et les poids moyens capsulaires

	Taux de capsules entièrement saines Branches fructifères			poids moyen capsulaire en grammes	
	Premières positions Branches fructifères		toutes les positions	branches fructifères	
	1 à 5	6 à 10		1 à 5	6 à 10
Protection phytosanitaire					
NT	87,30 b	82,50	81,36	4,12	3,34
ST	94,28 a	75,62	84,97	4,03	3,08
F protection	6,79	3,48	1,28	0,20	1,26
Signification en %	4,75	11,98	31,00	67,07	31,36
Densité de plantation					
D1	92,62	80,06	83,75	4,01	3,44
D2	89,44	78,25	82,64	4,14	2,98
F densité	2,55	0,12	0,37	0,92	2,92
Signification en %	11,73	72,86	55,58	34,86	9,41
Application de régulateur de croissance					
NON	91,39	78,86	82,22	4,04	3,02
OUI	90,48	79,74	85,08	4,16	3,59
F régulateur	0,22	0,02	1,50	0,39	4,01
Signification en %	64,59	88,81	23,39	54,53	5,63
Transformation	Bliss	Bliss	bliss		

## 5 Conclusions et discussions

Avec une date de semis plus précoce d'un mois par rapport à celle de l'étude conduite en 2001, à l'exception du retard dans le début de la floraison et de son arrêt plus précoce qui étaient apparus en 2001, les mêmes effets ont été obtenus à propos de l'augmentation de la densité de plantation. Ils concernent : une réduction de la taille des plants, une diminution des taux de rétention des organes fructifères sur les premières positions de branches fructifères à partir du début du mois d'octobre, une limitation des infestations de certains ravageurs (jassides, pucerons en fin de campagne et peut être mirides), une concentration de la production sur les premières positions des 5 premières branches fructifères et surtout une augmentation significative de la production (procurant en moyenne un gain de 82 260 F CFA par hectare pour un prix d'achat du coton graine de 180 F CFA par kilogramme) résultant d'une production de capsules entièrement saines plus importante par unité de surface. Cependant, l'augmentation de la production due à une augmentation de la densité de plantation est en proportion plus importante en présence d'une protection phytosanitaire bien que l'efficacité de celle ci puisse être plus faible lorsque la densité de plantation augmente.

Le premier pic d'infestation de chenilles carpophages (essentiellement représentées par *D. watersi*), qui est survenu entre le 19 août et le 9 septembre, n'aurait provoqué de chutes importantes d'organes fructifères que sur les premières positions des 5 premières branches fructifères (chutes de l'ordre de 15 %). Cependant ces chutes ont affecté de la même façon les parcelles quelle que soit leur densité de plantation. Le deuxième pic de chenilles carpophages, apparu le 7 octobre, a eu moins d'incidence sur les abscissions. Les faibles différences qui sont observées en fonction des densités de plantation dans l'accroissement des abscissions entre le 30 septembre et la récolte (toujours en défaveur des fortes densités de plantation) ne sont certainement pas attribuables à ce pic. Elles résultent probablement d'une régulation au niveau des plants. D'ailleurs les capsules restées présentes sur les premières positions des 5 premières branches fructifères qui sont en moyenne âgées de 33 à 50 jours au moment de ce deuxième pic ne peuvent plus être sujettes à une abscission. Il



en est de même d'une grande partie des capsules restées présentes sur les premières positions des 5 branches fructifères suivantes puisqu'elles sont en moyenne âgées de 15 à 31 jours. On peut donc conclure, comme en 2001, que la mise en place rapide de la production permet à celle-ci d'échapper au pic d'infestation de chenilles carpophages de fin de campagne.

L'application d'un régulateur de croissance du cotonnier au début de la floraison, qui fort logiquement a réduit la taille des cotonniers, a permis d'augmenter de près de 19 % la production de coton graine. Compte tenu du prix moyen d'achat du coton-graine (180 F CFA par kg en 2002) et du niveau de production de cette étude, l'application d'un régulateur de croissance a été certainement rentable puisqu'elle a procuré un gain de 63 720 F CFA par hectare.

Cette augmentation de production due à l'utilisation d'un régulateur de croissance du cotonnier provient de la production des branches végétatives (pour 28,2 % de cette augmentation) et surtout de celle des branches fructifères sur les positions autres que les premières (pour 55,5 % de cette augmentation), qui peut résulter d'une meilleure rétention des organes fructifères sur ces positions (25,6 % contre 17,2 %). Une augmentation du poids moyen capsulaire à la suite de l'application d'un régulateur de croissance du cotonnier n'est pas impossible mais elle n'affecterait pas les premiers organes fructifères apparus. Au regard des résultats à propos des taux de capsules entièrement saines, même si les différences ne sont pas significatives, une augmentation de la résistance des capsules aux attaques de certains ravageurs (pas uniquement les chenilles carpophages) due à l'application d'un régulateur de croissance du cotonnier pourrait être responsable de l'augmentation du poids moyen capsulaire.

Enfin, bien que la signification ne soit pas atteinte, on doit remarquer que l'effet de l'emploi d'un régulateur de croissance du cotonnier sur la production de coton graine est plus marqué pour la densité la plus faible : augmentation de 27,6 % de la production avec la densité de plantation de 8,33 plants par m<sup>2</sup> contre 12,3 % avec la densité de plantation de 16,67 plants par m<sup>2</sup>. Ce résultat n'est toutefois pas surprenant car d'une part la plupart des effets physiologiques attendus de l'emploi d'un régulateur de croissance sont déjà procurés par l'augmentation de la densité de plantation et d'autre part l'augmentation de la production due à l'utilisation d'un régulateur de croissance de cotonnier provient essentiellement des positions fructifères des branches végétatives et des positions des branches fructifères autres que les premières qui ont de moins en moins d'importance dans la production lorsque la densité de plantation augmente.

## annexe 1 : infestations de pucerons

	% de feuilles infestées à différentes dates												
	22-jul	29-jul	05-aoû	12-aoû	19-aoû	26-aoû	02-sep	09-sep	16-sep	23-sep	30-sep	07-oct	14-oct
pas d'application de régulateur	1,49	18,98	40,92	61,37	98,33	97,92	98,33	61,03	82,67	62,89	37,50	40,94	39,98
application de régulateur	17,12	18,29	48,24	53,85	98,83	99,67	99,00	65,22	85,05	65,38	40,27	42,71	36,29
F contraste	9,19	0,01	0,86	0,35	n a	n a	n a	1,90	0,37	0,42	0,48	0,49	2,67
signification du contraste	1,23	93,38	37,89	57,44				19,60	56,44	53,54	51,16	50,51	12,47
transformation	bliss	bliss	bliss	bliss				bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

## annexe 2 : évolution des infestations de pucerons

	% de feuilles infestées												
	22-jul	29-jul	05-aoû	12-aoû	19-aoû	26-aoû	02-sep	09-sep	16-sep	23-sep	30-sep	07-oct	14-oct
D1	9,67	25,44	49,00 b	61,33	98,56	98,44	98,11	60,22 a	81,78	62,78	43,56 b	44,89	43,89 b
D2	10,11	22,22	38,00 a	54,11	98,44	98,56	99,00	64,33 b	82,89	64,22	34,22 a	38,78	34,11 a
F densité	0,08	1,84	4,51	1,88	n a	n a	n a	5,25	0,46	0,33	7,83	2,57	10,98
signification en %	77,39	19,30	4,86	18,74				3,53	51,48	57,98	1,31	12,64	0,47
transformation	bliss	bliss	bliss	bliss				bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

## annexe 3 : effet de la protection insecticide sur les taux de rétention des organes fructifères

	taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères									
	1 à 5				6 à 10			11 à 15		
	01-aoû	21-aoû	10-sep	30-sep	21-aoû	10-sep	30-sep	10-sep	30-sep	
NT	89,1	86,8	66,5 b	55,7 b	97,1	87,2 b	40,5 b	96,2	28,0	
ST	87,4	89,9	77,6 a	72,0 a	96,8	92,8 a	47,9 a	98,0	27,5	
F protection	0,08	5,37	30,66	19,92	0,27	76,92	4,18	0,01	0,05	
signification en %	78,20	6,75	0,32	0,72	63,02	0,06	9,50	94,44	82,39	
transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	Bliss	bliss	bliss	



# ETUDE DES INTERACTIONS ENTRE GENOTYPE ET DENSITE DE PLANTATION POUR DES SEMIS TARDIFS EN L'ABSENCE DE PROTECTION PHYTOSANITAIRE ET DE FUMURE MINERALE AU MALI

## 1 Justification

Avec une fertilisation minérale il fut montré en 2001, dans le cas d'un semis tardif avec la variété vulgarisée (NTA 88 6), que l'augmentation de la densité de plantation, même en l'absence de protection phytosanitaire, procurait des gains de rendement dus au plus grand nombre d'organes fructifères produits par unité de surface avant le pic d'infestation en chenilles carpophages observé en fin de campagne. Ces premiers résultats pourraient alors présenter un intérêt pour la conduite biologique de la culture cotonnière.

## 2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude fut donc de vérifier, dans le cas d'un semis tardif, l'intérêt de l'augmentation de la densité de plantation pour des conditions culture proches de celles de la conduite biologique c'est-à-dire sans fertilisation minérale et sans protection par des insecticides chimiques. Le second objectif fut d'évaluer les avantages respectifs d'une variété précoce (NTA 93-15) et d'une variété tardive (NTA 93-2) pour ces conditions de culture : forte densité, semis tardif, absence de fertilisation minérale et de protection insecticide chimique.

## 3 Matériels et méthodes

### 3.1 facteurs, modalités, dispositif statistique, dimensions des parcelles

Cette étude a été implantée sur la station de Farako. Dans un dispositif factoriel à 6 répétitions, les deux variétés NTA 93-15 et NTA 93-2 ont été étudiées avec trois densités de plantation : 4,17 plants par m<sup>2</sup> (D1 : 0,8 m x 0,3 m x 1 plant par poquet), 8,33 plants par m<sup>2</sup> (D2 : 0,8 m x 0,3 m x 2 plants par poquet) et 16,67 plants par m<sup>2</sup> (D3 : 0,4 m x 0,3 m x 2 plants par poquet).

Les parcelles pour les deux premières densités comprenaient 4 lignes de 10 mètres alors que celles semées les plus denses (D3) en comprenaient 8. Le semis de cette étude a été réalisé au cours de la première décade de juillet (le 1<sup>er</sup> juillet). Pour être proche des conditions de culture biologique, seule une fertilisation organique (5 tonnes à l'hectare) a été apportée avant le semis et l'essai resta non traité durant toute la campagne.

### 3.2 observations

#### 3.2.3 levée des plantules

Le long d'une des 2 lignes centrales de chaque parcelle élémentaire, à partir du 3<sup>ième</sup> jour après le semis la levée des cotonniers a été observée (plantules et poquets) pendant 10 jours consécutifs.

#### 3.2.2 suivi de la croissance et de la fructification des cotonniers

Sur la même ligne centrale de chaque parcelle, 10 plants (à raison d'un plant par poquet) ont été examinés chaque semaine à partir du 15<sup>ième</sup> jour après la levée. Ces plants ont été préalablement marqués. Pour chaque cotonnier, le numéro du nœud de la première branche fructifère a été relevé ainsi que le nombre total de nœuds formés sur la tige principale. La

hauteur de chaque cotonnier, à partir du nœud cotylédonaire, a également été notée. Enfin, on a indiqué pour chaque branche fructifère (de la 1<sup>ère</sup> à la 10<sup>ème</sup>) de chaque cotonnier la nature de l'organe fructifère présent en première position ou son absence.

### 3.2.3 suivi de la floraison

Sur la deuxième ligne centrale de chaque parcelle, tous les jours à partir du 40<sup>ème</sup> jour après la levée, les fleurs épanouies ont été dénombrées.

### 3.2.4 ravageurs

En cours de campagne (à partir du 30<sup>ème</sup> jour après la levée), cette observation hebdomadaire a concerné des insectes piqueurs suceurs et les chenilles d'*Helicoverpa armigera* (Hübner), de *Diparopsis watersi* (Rotschild), d'*Earias* sp, de *Spodoptera littoralis* (Fabricius), de *Syllepte derogata* (Fabricius) et d'*Anomis flava* (Fabricius). Ces chenilles ont été dénombrées sur 10 cotonniers sélectionnés au hasard sur la deuxième ligne centrale de chaque parcelle alors que seule la présence ou l'absence de ravageurs piqueur-suceurs tels que les jassides, les pucerons, les mirides et les aleurodes sur ces mêmes cotonniers fut relevée.

### 3.2.5 production et examen de la production

Dans chaque parcelle sur la ligne centrale ayant servi au suivi de la croissance et de la fructification de cotonniers, un tronçon de 3 mètres pour les parcelles semées à la plus faible densité ou de 1,5 mètre pour les autres parcelles a été délimité. Après l'ouverture de toutes les capsules, tous les plants présents dans ces tronçons ont été examinés de la façon suivante :

pour chaque plant on a noté l'occupation des sites fructifères des 15 premières branches fructifères sur les quatre premières positions successives de chaque branche en distinguant : les capsules entièrement saines, les capsules partiellement saines, les capsules pourries et les capsules momifiées.

pour chaque branche végétative présente sur ces plants les nombres de capsules appartenant à chacune de ces quatre catégories ont été relevés

La récolte du coton graine produit par ces cotonniers a ensuite distingué les productions des premières positions des branches fructifères (de la première à la quinzième par groupe de 5 branches fructifères successives), les productions des branches végétatives et enfin les productions de toutes les autres positions fructifères.

## 4 Résultats

La levée moyenne de cette étude (50 % des poquets ou 50 % des plants levés) a été observée entre le 7 et le 8 juillet. En fonction des parcelles le début de la floraison s'est situé entre le 48<sup>ème</sup> et le 61<sup>ème</sup> jour après la levée. Aucun effet significatif des facteurs étudiés n'est apparu dans la date d'apparition de la première fleur exprimée en jours après la levée (Tableau 1). Pour la densité de plantation cela n'est pas surprenant car la première branche fructifère apparaît en moyenne au même nœud sur la tige principale (tableau 1) et que la vitesse de formation des nœuds sur la tige principale n'est pas influencée par la densité au début de la croissance des cotonniers (annexe 1). Par contre l'écart, bien que non significatif, entre les deux variétés dans l'apparition de la première fleur (2 jours et demi) est peut être du à une apparition plus tardive de la première branche fructifère (Tableau 1).

Tableau 1 : effet des facteurs étudiés sur la date d'apparition de la première fleur

	Numéro du nœud de la première branche fructifère	date d'apparition de la première fleur en jours après la levée
NTA 93 15	6,33 b	52,5
NTA 93 2	6,65 a	54,0
F variété	12,92	2,52
Signification en %	0,15	12,16
D1	6,57	53,7
D2	6,40	53,5
D3	6,51	52,7
F densité	1,20	0,43
Signification en %	31,75	65,98
NTA 93 15 D1	6,40	52,4
NTA 93 15 D2	6,23	52,5
NTA 93 15 D3	6,35	52,7
NTA 93 2 D1	6,74	54,9
NTA 93 2 D2	6,57	54,4
NTA 93 2 D3	6,66	52,7
F interaction	0,01	0,66
Signification en %	98,87	52,92

Il n'a pas été possible de calculer pour chaque parcelle la date à partir de laquelle le cycle productif des cotonniers est considéré comme arrêté (date à laquelle la valeur du critère NAWF est égale à 5). Malgré une influence possible de l'augmentation de la densité de plantation (Tableau 2), nous l'avons fixé au 25 septembre pour l'ensemble de l'essai car à cette date toutes les valeurs de NAWF sont inférieures à 5. En considérant cette date, la floraison utile apparaît beaucoup plus groupée et plus précoce pour la plus forte densité de plantation que pour les deux autres densités (Tableau 3). D'autre part si le volume de cette floraison utile par plant diminue avec la densité, le volume de la floraison utile par unité de surface augmente avec la densité (Tableau 3).

Tableau 2 : effets des facteurs étudiés sur le critère NAWF à différentes dates

	28-août	04-sep	11-sep	18-sep	25-sep
NTA 93 15	4,8	5,3	5,1	5,1	3,7
NTA 93 2	4,7	5,5	5,4	4,9	3,9
D1	5,2	6,1	6,3	6,4	4,8
D2	5,2	5,8	5,5	4,9	4,1
D3	4,1	4,3	4,0	3,7	2,5
NTA 93 15 D1	5,3	6,0	6,1	6,7	4,6
NTA 93 15 D2	5,2	5,6	5,4	4,7	4,0
NTA 93 15 D3	3,8	4,1	3,9	3,9	2,5
NTA 93 2 D1	5,1	6,2	6,4	6,2	4,9
NTA 93 2 D2		6,0	5,6	5,1	4,1
NTA 93 2 D3	4,3	4,5	4,1	3,5	2,5

Tableau 3 : effets des facteurs sur les caractéristiques de la floraison utile

	date en jours après la levée pour laquelle la floraison utile atteinte pour :			volume de la floraison utile	
	25 %	50 %	75 %	par plant	par m <sup>2</sup>
NTA 93 15	65,3	71,3	75,9	5,40	35,8
NTA 93 2	65,8	72,1	75,8	4,59	32,0
F variété	0,25	2,53	0,05	2,03	1,25
Signification en %	56,37	12,06	82,61	16,34	27,33
D1	67,2 a	72,8 a	76,2 a	7,78 a	26,6 b
D2	66,3 a	72,3 a	76,5 a	4,22 b	31,4 a
D3	63,2 b	70,0 b	74,8 b	2,99 b	43,8 a
F densité	9,37	11,76	6,65	24,98	8,87
Signification en %	0,10	0,03	0,49	0,00	0,13
NTA 93 15 D1	66,4 a	72,1	76,1 a	8,49	29,6
NTA 93 15 D2	64,8 ab	71,5	75,8 a	4,87	36,5
NTA 93 15 D3	64,7 ab	70,3	75,7 a	2,85	41,5
NTA 93 2 D1	67,9 a	73,6	76,3 a	7,07	23,6
NTA 93 2 D2	67,8 a	73,1	77,1 a	3,57	26,4
NTA 93 2 D3	61,7 b	69,7	74,0 b	3,13	46,0
F interaction	5,06	2,11	4,82	0,91	1,59
Signification en %	1,42	14,00	1,68	41,96	22,23

Seule l'augmentation de la densité de plantation montre des effets sur la croissance des cotonniers. A partir du 44<sup>ième</sup> jour après la levée la vitesse d'apparition des nœuds ralentit lorsque la densité de plantation augmente (annexe 1). Cet effet est très hautement significatif à partir du 58<sup>ième</sup> jour après la levée. C'est à partir de cette date que ce ralentissement s'accompagne d'une diminution de la taille des cotonniers qui devient hautement significative à partir du 65<sup>ième</sup> jour après la levée (annexe 2). Pour la taille des cotonniers on note un effet très temporaire et inverse de l'augmentation de la densité de plantation au début de la croissance des cotonniers (au 30<sup>ième</sup> jour après la levée).

Les ravageurs carpophages, dominés presque à chaque date par l'espèce *D. watersi*, ne se manifestent surtout qu'à partir de la fin du mois de septembre (Figure 1). A la fin de la première décade d'octobre, le niveau d'infestation moyen de l'essai (toutes espèces confondues) est très élevé (24,4 chenilles pour 100 plants). Les chenilles phyllophages qui sont essentiellement présentes en fin de campagne (Figure 2) ne développent que de faibles infestations (l'espèce *S. littoralis* a d'ailleurs été absente). La fréquence des plants infestés par pucerons (Figure 3) a été en général élevée tout au long de la campagne mais les colonies de pucerons n'ont jamais été très importantes. Les pourcentages de plants infestés par des aleurodes adultes bien que plus faibles n'ont pas non plus été négligeables et les populations adultes de ce ravageur sont apparues plus fortes que celles de pucerons (Figure 3). Les infestations de jassides semblent croître régulièrement à partir de la fin août et celles de mirides qui ne semblent pas très fortes se développent à partir de la mi-septembre (Figure 3).

Seules les infestations moyennes de chenilles carpophages et d'insectes piqueurs suceurs ont fait l'objet d'analyses statistiques. Pour tous ces ravageurs on observe une diminution des infestations lorsque la densité de plantation augmente mais elle n'est significative que pour *D. watersi* (Tableau 4), les mirides et les aleurodes (Tableau 5). Aucune interaction significative n'est notée entre les deux facteurs étudiés mais on observe un meilleur comportement de la variété NTA 93 2 vis-à-vis des jassides et de la variété NTA 93 15 vis-à-vis des pucerons (Tableau 5).

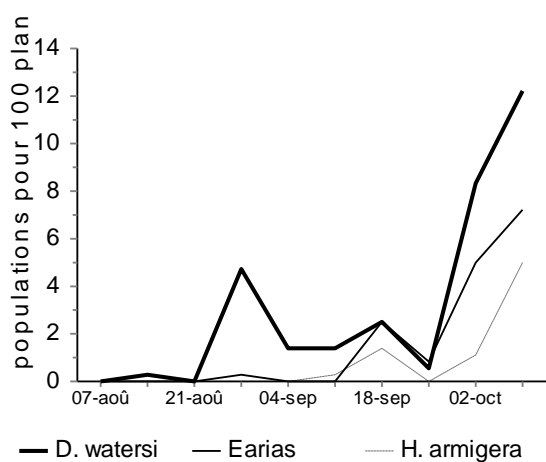


Figure 1 : dynamiques des infestations de chenilles carpophages

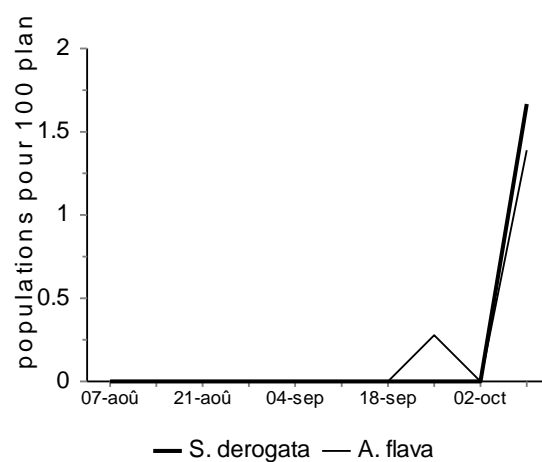


Figure 2 : dynamique des infestations de chenilles phyllophages

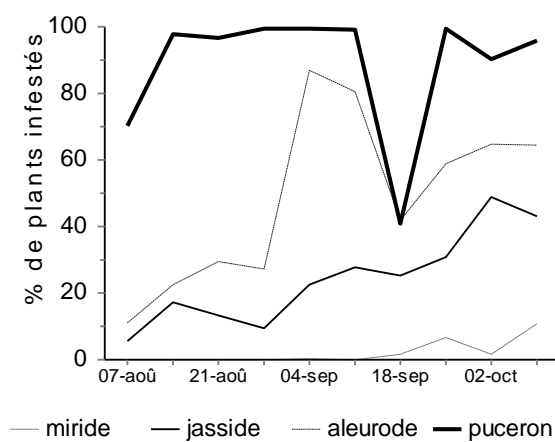


Figure 3 : dynamique des infestations de ravageurs piqueurs suceurs



Tableau 4 : effet des facteurs sur les infestations de chenilles carpophages  
(cumul de 10 observations)

	cumul campagne des infestations de chenilles carpophages pour 10 plants		
	D. watersi	Earias	H. armigera
NTA 93 15	2,83	1,61	0,78
NTA 93 2	3,44	1,56	0,78
F variété	1,16	0,03	0,00
signification en %	29,19	86,58	99,00
D1	3,83 b	1,83	0,92
D2	3,67 b	1,83	0,83
D3	1,92 a	1,08	0,58
F densité	4,67	2,17	0,49
signification en %	1,86	13,33	62,39
NTA 93 15 D1	3,00	1,67	0,83
NTA 93 15 D2	4,00	2,00	0,67
NTA 93 15 D3	1,50	1,17	0,83
NTA 93 2 D1	4,67	2,00	1,00
NTA 93 2 D2	3,33	1,67	1,00
NTA 93 2 D3	2,33	1,00	0,33
F interaction	1,45	0,35	0,79
signification en %	25,31	71,37	46,81

Tableau 5 : effet des facteurs sur les infestations de piqueurs suceurs  
(moyenne de 10 observations)

	% de plants infestés (moyenne campagne)			
	miride	jasside	aleurode	Puceron
NTA 93 15	2,06	26,39 b	47,11	87,78 a
NTA 93 2	2,17	22,39 a	50,44	90,06 b
F variété	0,05	6,88	2,99	9,24
signification en %	81,32	1,41	9,27	0,54
D1	3,08 b	26,25	52,00 b	89,33
D2	1,42 a	23,92	48,67 ab	89,75
D3	1,83 a	23,00	45,67 a	87,67
F densité	5,35	1,36	3,49	1,96
Signification en %	1,15	27,55	4,52	16,07
NTA 93 15 D1	2,67	28,33	51,00	89,50
NTA 93 15 D2	1,33	25,17	46,67	88,67
NTA 93 15 D3	2,17	25,67	43,67	85,17
NTA 93 2 D1	3,50	24,17	53,00	89,17
NTA 93 2 D2	1,50	22,67	50,67	90,83
NTA 93 2 D3	1,50	20,33	47,67	90,17
F interaction	0,06	0,31	0,14	2,32
Signification en %	93,95	73,95	87,35	11,76
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss

Dans l'évolution des taux de rétention des organes fructifères sur les premières positions de branches fructifères, on observe des pertes d'organes fructifères à partir de la dernière décade d'août pour les cinq premières branches fructifères qui vont en augmentant jusqu'à la fin de la campagne (Figure 4). Pour les cinq branches fructifères suivantes les premières chutes sont notées un peu plus tard (début septembre) mais elles s'amplifient beaucoup plus vite par la suite (Figure 4).

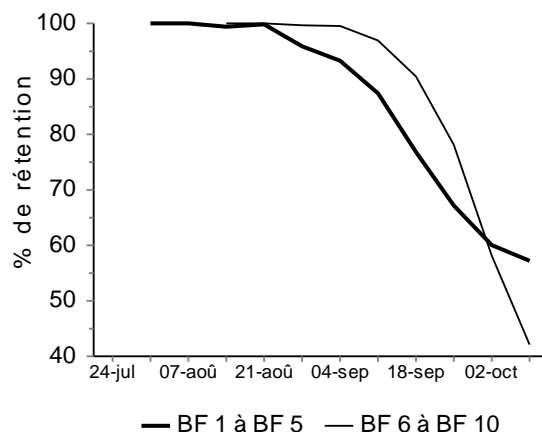


Figure 4 : évolution moyenne des taux de rétention des organes fructifères sur les premières positions de branches fructifères

Les chutes d'organes fructifères sont apparues significativement plus importantes à partir du 78<sup>ième</sup> jour après la levée lorsque la densité de plantation augmente (annexe 3). On note également mais de manière très éphémère un comportement meilleur de la variété NTA 93 15 pour les premières positions des cinq premières branches fructifères.

Dans les résultats de production de coton-graine, seuls des effets de l'augmentation de la densité de plantation sont notés mais ils n'affectent que la répartition de la production à l'échelle des plants (Tableau 6). En effet aucune différence significative n'est apparue dans les niveaux de production. En augmentant la densité de plantation la part jouée dans la production totale par les premières positions de cinq premières branches fructifères s'accroît pour atteindre près de 95 % avec la plus forte densité de plantation. A l'inverse, toutes les autres positions fructifères y comprises celles portées par les branches végétatives ont de moins en moins d'importance dans la production finale lorsque la densité de plantation augmente. Dans la production de capsules récoltables par plant (capsules partiellement et entièrement saines), l'effet significatif le plus manifeste, sans interaction avec le cultivar, est celui de la densité de plantation (Tableau 7). Il est observé quelles que soient les positions considérées et montre une diminution des charges en capsules des plants lorsque la densité de plantation augmente. La variété NTA 93 15 qui ne produit pas plus de capsules sur l'ensemble de ses plants que la variété NTA 93 2 présente toutefois un nombre de capsules récoltables plus élevé sur les premières positions des 5 premières branches fructifères.

Tableau 6 : effets des facteurs étudiés sur la production de coton-graine

	% de production provenant des				rendement en kg/ha
	Premières positions des branches fructifères			branches végétatives	
	1 à 5	6 à 10	11 à 15		
NTA 93 15	68,1	16,6	0,5	4,3	1250,5
NTA 93 2	68,9	14,0	0,3	5,9	1154,9
F variété	0,72	2,63	0,65	0,18	0,80
signification en %	40,72	11,39	43,44	68,15	38,34
D1	46,2 c	21,9 a	0,9 a	11,1a	1228,8
D2	64,4 b	20,5 a	0,3 ab	3,1 b	1259,7
D3	94,8 a	3,6 b	0,0 b	1,0 c	1119,4
F densité	65,41	33,83	4,64	23,61	0,63
signification en %	0,00	0,00	1,90	0,00	54,37
NTA 93 15 D1	47,8	21,9	1,2	9,3	1255,6
NTA 93 15 D2	64,4	21,6	0,3	2,4	1262,5
NTA 93 15 D3	92,2	6,4	0,0	1,2	1233,3
NTA 93 2 D1	44,7	21,9	0,5	12,9	1202,1
NTA 93 2 D2	64,4	19,4	0,3	3,8	1256,9
NTA 93 2 D3	97,4	0,7	0,0	0,9	1005,6
F interaction	1,23	1,58	0,68	0,46	0,40
signification en %	30,91	22,47	51,97	64,34	68,03
transformation	Bliss	bliss	bliss	bliss	

Tableau 7 : nombre de capsules récoltables par plant

		nombre de capsules récoltées par plant					branches végétatives
		Ensemble Du plant	Branches fructifères			Toutes autres positions	
			premières positions branches fructifères				
			1 à 5	6 à 10	11 à 15		
NTA 93 15		5,43	2,82 a	1,04	0,14	1,05	0,37
NTA 93 2		5,14	2,46 b	1,00	0,08	1,12	0,48
D1		8,68 a	3,16 a	1,85 a	0,26 a	2,37 a	1,04 a
D2		4,84 b	2,74 b	1,02 b	0,04 b	0,82 b	0,20 b
D3		2,33 c	2,03 c	0,18 c	0,02 b	0,07 c	0,04 b
NTA 93 15	D1	8,68	3,38	1,82	0,30	2,25	0,93
NTA 93 15	D2	5,06	2,95	1,06	0,07	0,81	0,16
NTA 93 15	D3	2,53	2,13	0,23	0,03	0,10	0,03
NTA 93 2	D1	8,67	2,93	1,88	0,22	2,48	1,15
NTA 93 2	D2	4,62	2,53	0,98	0,02	0,83	0,25
NTA 93 2	D3	2,13	1,92	0,13	0,00	0,03	0,05
F variété		0,69	6,01	0,13	1,27	0,10	1,33
Signification en %		41,81	2,06	72,63	27,07	75,44	25,81
F densité		114,51	20,04	80,29	8,96	45,81	43,42
Signification en %		0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00
F interaction		0,15	0,25	0,24	0,08	0,20	0,38
Signification en %		85,80	78,61	79,10	92,25	82,31	68,98

Lorsque l'on considère les productions de capsules récoltables par unité de surface on assiste à un rééquilibrage entre les différentes densités de plantation (Tableau 8) expliquant mieux l'absence de différence dans les productions de coton graine. Mais ce rééquilibrage n'est dû qu'à la production d'un plus grand nombre de capsules par unité de surface sur les premières positions des cinq premières branches fructifères lorsque la densité de plantation augmente (Tableau 8). En effet pour toutes les autres positions fructifères la production de capsules diminue lorsque la densité de plantation augmente (Tableau 8). L'effet variétal

apparu au niveau de la production par plant de capsules issues des premières positions de cinq premières branches fructifères n'est plus significatif lorsque ces productions sont ramenées à l'unité de surface (Tableau 8).

Une diminution des taux de rétention des organes fructifères en liaison avec l'augmentation de la densité de plantation est observée pour les positions fructifères qui participent le plus à la production de coton graine (Tableau 9). Par contre, pour l'ensemble des positions fructifères apparues sur les branches fructifères aucun effet des variations de densité de plantation n'est observé dans les taux de rétention. Cela est probablement du aux premières positions des branches fructifères 11 à 15 dont les organes fructifères qu'elles portent sont d'autant plus sujets à l'abscission que ces positions sont plus nombreuses dans les conditions de semis de cette étude. Or, pour les différentes densités de plantation pris dans l'ordre croissant (D1, D2 et D3) en moyenne par plant ces positions sont au nombre de 3,16 puis 1,68 et enfin 0,78. Enfin, on remarquera que les taux de rétention à la récolte sont meilleurs pour la variété NTA 93 15 en particulier pour les premières positions des cinq premières branches fructifères (Tableau 9).

Tableau 8 : production de capsules par m<sup>2</sup>

		nombre de capsules récoltées par m²					branches végétatives
		Total	Branches fructifères			toutes autres positions	
			premières positions branches fructifères				
			1 à 5	6 à 10	11 à 15		
NTA 93 15		38,54	23,82	6,37	0,79	5,67	1,90
NTA 93 2		36,71	21,76	6,09	0,35	5,95	2,57
D1		36,15	13,16 c	7,71 a	1,08	9,86 a	4,34 a
D2		37,85	21,46 b	7,92 a	0,35	6,46 b	1,67 b
D3		38,89	33,75 a	3,06 b	0,28	1,11 c	0,69 b
NTA 93 15	D1	36,18	14,10	7,57	1,25	9,38	3,89
NTA 93 15	D2	37,22	21,81	7,64	0,56	5,97	1,25
NTA 93 15	D3	42,22	35,56	3,89	0,56	1,67	0,56
NTA 93 2	D1	36,11	12,22	7,85	0,90	10,35	4,79
NTA 93 2	D2	38,47	21,11	8,19	0,14	6,94	2,08
NTA 93 2	D3	35,56	31,94	2,22	0,00	0,56	0,83
F variété		0,45	1,74	0,11	2,36	0,06	1,37
Signification en %		51,34	19,65	74,47	13,36	79,86	25,15
F densité		0,35	58,63	13,97	3,18	21,31	14,47
Signification en %		71,35	0,00	0,01	5,77	0,00	0,01
F interaction		0,81	0,29	0,68	0,05	0,40	0,12
Signification en %		45,78	75,15	52,12	95,53	68,19	88,81

Tableau 9 : taux de rétention des organes fructifères à la récolte

		taux de rétention (en %) des organes fructifères sur les branches fructifères				
		Ensemble des positions	premières positions branches fructifères			toutes autres positions
			1 à 5	6 à 10	11 à 15	
NTA 93 15		33,31 a	62,57 a	31,53	21,85	14,67
NTA 93 2		30,13 a	54,03 b	26,03	35,09	12,53
D1		30,85	67,30 a	43,63 a	14,21	18,66 a
D2		30,85	59,37 b	27,19 b	19,71	16,75 a
D3		33,44	48,01 c	16,92 c	51,49	6,80 b
NTA 93 15	D1	31,97	71,76	43,80	17,21	18,29
NTA 93 15	D2	33,49	64,40	29,66	20,93	19,65
NTA 93 15	D3	34,48	51,01	22,10	27,42	7,52
NTA 93 2	D1	29,76	62,67	43,46	11,21	19,04
NTA 93 2	D2	28,27	54,24	24,77	18,49	14,05
NTA 93 2	D3	32,41	45,03	12,77	75,56	6,11
F variété		4,16	9,05	1,98	NA	0,48
Signification en %		4,97	0,58	16,81		50,14
F densité		1,22	15,58	15,68		6,47
Signification en %		31,36	0,01	0,00		0,55
F interaction		0,44	0,22	0,65		0,29
Signification en %		65,33	80,60	53,29		75,11
Transformation		bliss	bliss	bliss		bliss

La diminution des taux de rétention pour la plupart des positions fructifères des branches fructifères en liaison avec l'augmentation de la densité de plantation pourrait résulter de phénomènes de régulation à l'échelle des plants. Cependant l'examen des taux de capsules entièrement saines montre un effet négatif et significatif de l'augmentation de la densité de plantation (Tableau 10) pour l'ensemble des positions des branches fructifères. Cet effet qui n'apparaît pas dans la production des branches végétatives affecte très sévèrement surtout les positions fructifères des branches fructifères autres que les premières des cinq premières branches.

Tableau 10 : taux de capsules entièrement saines

		taux de capsules entièrement saines (en %)					
		ensemble de la production	sur les branches fructifères			branches végétatives	
			Premières positions Branches fructifères		toutes autres positions		
			1 à 5	6 à 10			11 à 15
NTA 93 15		72,11	89,28	66,85	30,96	48,03	89,85
NTA 93 2		72,87	88,19	56,02	16,73	63,34	88,51
D1		79,28 a	90,52	83,75 a	49,90	69,09	84,21
D2		74,76 a	91,37	74,73 a	14,97	58,99	83,33
D3		62,69 b	83,70	23,37 b	6,67	38,98	100,00
NTA 93 15	D1	83,92	92,17	83,55	52,46	66,70	89,56
NTA 93 15	D2	70,96	89,94	74,85	27,08	49,45	80,00
NTA 93 15	D3	64,82	85,23	38,87	13,33	27,95	100,00
NTA 93 2	D1	78,65	88,73	83,95	47,33	71,49	78,86
NTA 93 2	D2	78,38	92,71	74,59	2,86	68,52	86,67
NTA 93 2	D3	60,52	82,13	10,87	0,00	50,00	100,00
F variété		0,05	0,11	1,57	NA	NA	NA
Signification en %		82,56	74,32	22,00			
F densité		7,63	2,00	20,38			
Signification en %		0,27	15,41	0,00			
F interaction		0,98	0,42	1,61			
Signification en %		38,94	66,93	21,96			
Transformation		bliss	Bliss	bliss			

La dégradation de l'état sanitaire d'une capsule peut avoir plusieurs origines la plupart étant d'ordre phytosanitaire. Certains ravageurs (ravageurs carpophages ou insectes piqueurs suceurs) la provoquent de manière directe et indirecte. Il n'est donc pas impossible qu'en liaison avec l'augmentation de la densité de plantation ces ravageurs, qui sont souvent à l'origine d'une diminution des taux de capsules entièrement saines, soient en conséquence responsables d'abscissions d'organes fructifères plus importantes. Cette conclusion viendrait cependant en contradiction avec les diminutions des infestations de ravageurs par plant observées à la suite d'une augmentation de la densité de plantation à moins que l'incidence de ces ravageurs ait été plus forte sur des plants qui se développent moins bien et présente une offre en organes fructifères moins importante et moins diversifiée lorsque la densité de plantation augmente. Par ailleurs les modifications des conditions à l'intérieur de la canopée (température, humidité, etc) à la suite de l'augmentation de la densité de plantation favorisent peut être la dégradation de l'état sanitaire des capsules indépendamment ou non de l'action des ravageurs présents.

Pour les poids moyens capsulaires calculés à partir des récoltes particulières et des nombre de capsules partiellement et entièrement saines, on observe une diminution significative due à l'augmentation de la densité de plantation (Tableau 11) qui affecte surtout la plus forte densité de plantation. Ce résultat est peut être en partie la conséquence de la diminution significative des taux de capsules entièrement saines en liaison avec l'augmentation de la densité de plantation.

Tableau 11 : poids moyens capsulaires en grammes

		poids moyen capsulaire en grammes				
		ensemble de la production	sur les branches fructifères		branches végétatives	
			premières positions branches fructifères			
			1 à 5	6 à 10		Toutes Autres Positions
NTA 93 15		3,31	3,74	3,33	1,89	3,17
NTA 93 2		3,15	3,66	2,58	2,38	2,82
D1		3,39 a	4,25 a	3,44	2,55	3,28
D2		3,44 a	3,78 a	3,29	2,44	2,70
D3		2,86 b	3,08 b	2,14	1,42	3,00
NTA 93 15	D1	3,45	4,15	3,54	2,71	3,30
NTA 93 15	D2	3,58	3,92	3,50	2,64	2,70
NTA 93 15	D3	2,91	3,15	2,95	0,33	3,50
NTA 93 2	D1	3,33	4,35	3,34	2,39	3,26
NTA 93 2	D2	3,30	3,63	3,08	2,24	2,69
NTA 93 2	D3	2,82	3,01	1,33	2,50	2,50
F variété		0,97	0,13	NA	NA	NA
Signification en %		33,53	71,96			
F densité		4,89	10,08			
Signification en %		1,60	0,07			
F interaction		0,13	0,44			
Signification en %		88,00	65,69			

## 5 Conclusions et discussions

Dans les conditions de cette étude, les deux variétés étudiées se distinguent très peu pour les paramètres étudiés. Les croissances de leurs plants (en taille et en nombre de nœuds sur la tige principale) sont très comparables et seules de petites différences apparaissent dans les caractéristiques de leur fructification. La variété NTA 93 15 semble un peu plus précoce en floraison et produit un peu plus de fleurs. Avec des taux de rétention des organes fructifères meilleurs en particulier sur les premières positions des cinq premières branches fructifères, la production de capsules est plus forte pour cette variété. Toutefois ces avantages, auxquels s'ajoute un poids moyen capsulaire légèrement plus élevé, n'aboutissent pas à une production de coton graine très nettement supérieure pour la variété NTA 93 15. En conclusion pour la culture de cotonniers dans les conditions de cette étude (en particulier absence de fertilisation minérale et de protection phytosanitaire) on ne peut pas choisir entre ces deux variétés d'autant que le meilleur comportement de la variété NTA 93 2 vis-à-vis des jassides s'accompagne d'infestations plus fortes en pucerons.

A l'exception de la production de coton graine, la plupart des effets liés à l'augmentation de la densité de plantation ont été retrouvés dans cette étude même si ce ne fut pas toujours de manière significative : ralentissement de la formation de nœuds sur la tige principale accompagnée d'une réduction de la taille des plants, léger retard dans le démarrage de la floraison, plus grand regroupement de la floraison utile, volume de floraison plus faible par plant mais plus élevé par unité de surface, diminution des taux de rétention des organes fructifères à partir du 78<sup>ième</sup> jour de culture, diminution de la plupart des infestations de ravageurs (de manière significative pour *D. watersi*, les mirides et les aleurodes), groupement de la production sur les premières positions des cinq premières branches fructifères, diminution de la production de capsules par plant mais rééquilibrage par unité de surface et diminution du poids moyen capsulaire en liaison peut être avec une diminution des taux de capsules entièrement saines.

Les différences observées entre les densités de plantation dans les taux de rétention des organes fructifères sont significatives à partir du 78<sup>ième</sup> jour après la levée ce qui correspond

au 23 septembre. Cette date marque le début du deuxième pic d'infestation de chenilles carpophages (Figure 1). A cette date sur les branches fructifères apparues au dessus de la 6<sup>ième</sup> branche fructifère figure un bouton floral en première position. Ces organes sont très sensibles aux attaques de ravageurs carpophages qui vont provoquer leur abscission. De plus les capsules présentes sur les premières positions des branches fructifères apparues avant la 7<sup>ième</sup> branche fructifère sont âgées de 1 à 26 jours. Elles sont donc également très vulnérables aux attaques de ces ravageurs dont les populations ont été très élevées en fin de campagne. Certaines (environ 50 % d'entre elles) peuvent encore tomber à la suite de ces attaques et les autres peuvent être endommagées plus ou moins sévèrement. Les premières positions des branches fructifères étant très majoritairement les plus nombreuses (par plant et par unité de surface) lorsque la densité de plantation augmente, les organes fructifères qu'elles portent ont donc été sévèrement touchés expliquant ainsi des taux de rétention et des taux de capsules entièrement saines plus faibles. Avec une diminution de la densité de plantation les attaques de ces ravageurs ont été diluées sur une production plus importante et moins localisée d'organes fructifères. Cependant même avec une diminution de la densité de plantation ces attaques ont eu une très forte incidence puisque sur l'ensemble des positions fructifères apparues sur les branches fructifères il n'y a pas de différence entre les densités de plantation dans les taux de rétention des organes fructifères. Grâce à la dilution sur l'ensemble des productions fructifères des attaques des ravageurs carpophages avec une diminution de la densité de plantation, les capsules formées ont été mieux préservées expliquant des taux de capsules entièrement saines plus élevés. En définitive l'absence d'augmentation de production de coton graine en liaison avec une augmentation de la densité de plantation pourrait avoir son origine dans le fait que la production des fortes densités de plantation a été élaborée au moment de fortes infestations de chenilles carpophages.

Dans les résultats de cette étude il convient de souligner que l'augmentation de la densité de plantation, qui n'a pas procuré d'augmentation de la production de coton-graine comme en 2001, n'a toutefois pas entraîné de perte significative.

Cette étude a connu en fin de campagne (un peu plus précocement que d'habitude) une très forte infestation de chenilles carpophages. Par ailleurs les productions, compte tenu de la date de semis, se sont élaborées principalement pendant cette période. Ces coïncidences est vraisemblablement à l'origine des résultats obtenus.

L'intérêt de mener des études précisant les conditions dans lesquelles des effets positifs sur la production de très fortes densités de plantation se trouve donc renforcé. De manière générale, il faut que les productions des très fortes densités de plantation s'élaborent dans des conditions favorables. Dans le cas de semis tardifs ces conditions favorables seront principalement l'absence de déficit hydrique et de faibles pressions de ravageurs en fin de campagne. Mais plus le semis sera tardif plus elles seront difficiles à rencontrer. La production de semis tardifs s'élaborera donc le plus souvent dans des conditions défavorables et il est donc nécessaire de rechercher des mesures qui accompagneront la pratique de fortes densités de plantation.



## annexe 1 : formation des nœuds sur la tige principale

	nombre de nœuds de la tige principale à différentes dates en jours après la levée											
	16	23	30	37	44	51	58	65	72	79	86	93
NTA 93 15	3,3	4,0	6,0	7,9	10,0	11,7	13,6	15,5	16,4	17,3	18,1	18,4
NTA 93 2	3,5	4,3	6,2	8,0	10,0	11,6	13,6	15,2	16,1	17,0	17,8	18,0
F variété	1,25	3,46	0,97	0,03	0,00	0,08	0,01	1,13	0,75	0,82	0,58	1,30
signification en %	27,31	7,14	33,61	85,81	99,00	78,11	91,98	29,83	40,04	37,75	45,92	26,51
D1	3,4	4,2	6,1	8,1	10,3 a	12,2 a	14,5 a	16,5 a	17,8 a	19,2 a	20,1 a	20,4 a
D2	3,5	4,2	6,2	8,1	10,1 a	11,8 a	13,9 a	15,7 b	16,6 b	17,7 b	18,3 b	18,6 b
D3	3,3	4,1	5,9	7,6	9,5 b	10,9 b	12,4 b	13,9 c	14,2 c	14,7 c	15,4 c	15,6 c
F densité	0,47	0,13	1,13	1,43	4,45	8,65	16,69	28,98	50,47	62,83	85,66	90,54
signification en %	63,48	88,05	33,92	25,77	2,19	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NTA 93 15 D1	3,4	3,9	6,0	8,0	10,2	12,1	14,3	16,4	17,7	19,1	19,9	20,2
NTA 93 15 D2	3,5	4,2	6,4	8,4	10,4	12,1	14,1	16,0	17,0	17,9	18,6	18,9
NTA 93 15 D3	3,2	4,0	5,6	7,4	9,3	10,8	12,5	14,1	14,4	15,0	15,7	15,9
NTA 93 2 D1	3,5	4,4	6,2	8,1	10,4	12,3	14,7	16,6	18,0	19,3	20,4	20,5
NTA 93 2 D2	3,5	4,2	6,1	7,9	9,9	11,6	13,7	15,4	16,3	17,4	18,0	18,2
NTA 93 2 D3	3,5	4,3	6,2	7,9	9,6	11,0	12,4	13,7	14,0	14,5	15,1	15,3
F interaction	0,71	0,57	2,05	1,37	1,29	0,66	0,66	0,78	1,03	0,55	1,37	1,31
signification en %	50,50	57,84	14,80	27,27	29,35	53,24	52,85	47,18	37,43	59,16	27,32	28,86

## annexe 2 : croissance des cotonniers en cm

	taille des cotonniers en cm à différentes dates en jours après la levée											
	16	23	30	37	44	51	58	65	72	79	86	93
NTA 93 15	3,4	6,7	10,5	16,4	25,2	34,3	44,7	52,2	57,3	60,4	61,9	61,9
NTA 93 2	3,5	7,3	11,4	17,3	25,3	34,3	44,8	51,6	56,8	59,8	61,0	61,1
F variété	0,24	1,67	1,52	0,47	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,03	0,07	0,07
signification en %	63,40	20,53	22,79	50,57	97,38	99,00	97,71	84,02	86,90	84,85	78,70	79,56
D1	3,3	6,3	9,5 b	15,2	24,0	34,4	48,1 a	57,6 a	66,2 a	72,4 a	74,2 a	74,4 a
D2	3,7	7,6	11,9 a	18,3	27,9	38,2	49,4 a	57,0 a	62,4 a	65,0 a	66,2 b	66,5 b
D3	3,5	7,2	11,5 a	17,1	23,8	30,4	36,8 b	40,9 b	42,4 b	42,9 b	43,9 c	43,5 c
F densité	0,94	3,24	4,24	1,93	2,15	3,27	6,92	12,08	21,59	30,31	33,20	34,46
signification en %	40,71	5,51	2,56	16,45	13,61	5,35	0,41	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
NTA 93 15 D1	3,3	6,2	9,2	14,8	23,2	32,9	45,6	55,2	63,2	69,3	71,3	71,5
NTA 93 15 D2	3,8	7,8	12,2	19,1	29,9	41,0	52,0	60,2	65,7	68,3	69,4	69,7
NTA 93 15 D3	3,2	6,2	10,1	15,3	22,5	29,0	36,5	41,1	42,9	43,6	44,9	44,5
NTA 93 2 D1	3,3	6,4	9,7	15,6	24,8	35,8	50,6	60,0	69,1	75,5	77,0	77,4
NTA 93 2 D2	3,6	7,4	11,5	17,4	26,0	35,3	46,7	53,9	59,2	61,7	63,1	63,2
NTA 93 2 D3	3,7	8,2	12,8	18,8	25,1	31,8	37,1	40,8	42,0	42,2	43,0	42,5
F interaction	0,50	2,67	1,98	1,40	1,21	1,32	0,98	1,04	1,26	1,33	1,27	1,32
signification en %	62,04	8,74	15,74	26,57	31,54	28,55	38,99	37,11	29,98	28,20	29,92	28,55

## annexe 3 : effets des facteurs sur l'évolution des taux de rétention des organes fructifères

taux de rétention à différentes dates en jours après la levée des organes fructifères des premières positions des branches fructifères												
	1 à 5							6 à 10				
	51	58	65	72	79	86	93	65	72	79	86	93
NTA 93 15	96,9 a	93,8	87,8	76,3	66,9	61,6	58,8	96,8	89,3	76,8	56,9	42,8
NTA 93 2	94,9 b	92,7	87,0	77,4	67,4	58,5	55,6	97,0	91,6	79,4	59,4	41,3
F variété	4,37	2,53	0,32	0,19	0,02	1,15	1,23	0,17	2,61	1,21	0,65	0,19
signification en %	4,47	12,05	58,12	67,00	89,64	29,52	27,78	68,22	11,48	28,09	43,40	67,09
D1	96,4	93,5	86,1	78,9	72,9 a	68,1 a	66,4 a	96,1	91,7	83,8 a	69,3 a	53,2 a
D2	95,5	91,7	87,0	75,6	66,9 ab	60,3 b	57,1 b	96,2	89,6	79,2 a	59,8 b	41,8 b
D3	95,8	94,5	89,0	76,0	61,8 b	51,7 c	48,2 c	98,5	90,1	71,3 b	45,4 c	31,2 c
F densité	0,22	2,08	1,01	0,58	5,12	10,67	12,12	1,58	0,18	8,10	17,70	9,56
signification en %	8035	14,42	38,07	57,36	1,36	0,05	0,02	22,47	83,45	0,20	0,00	0,09
NTA 93 15 D1	98,5	95,6	87,2	80,0	74,2	70,9	68,8	94,8	90,4	83,7	69,2	51,9
NTA 93 15 D2	96,7	91,8	85,9	72,1	63,2	60,6	57,2	97,5	89,6	75,0	57,7	43,0
NTA 93 15 D3	95,5	94,0	90,2	76,7	63,4	53,3	50,5	98,1	87,9	71,6	43,8	33,6
NTA 93 2 D1	94,2	91,3	85,0	77,7	71,6	65,4	63,9	97,4	92,9	83,9	69,4	54,6
NTA 93 2 D2	94,3	91,7	88,2	79,1	70,5	60,1	57,0	94,9	89,6	83,3	61,9	40,6
NTA 93 2 D3	96,1	95,1	87,9	75,3	60,1	50,1	45,8	98,8	92,3	71,1	47,0	28,8
F interaction	1,98	2,56	1,34	1,43	1,43	0,32	0,28	1,05	0,14	1,42	0,14	0,32
signification en %	15,69	9,56	27,89	25,67	25,71	73,56	76,10	36,68	87,28	26,00	87,34	73,10

# MISE AU POINT DE PROGRAMMES D'INTERVENTIONS SUR SEUIL EN CULTURE COTONNIERE AU MALI

## 1 Justification

Les programmes d'interventions sur seuil sensu stricto constituent un des éléments de la lutte intégrée à propos duquel la recherche doit conduire des études pour les adapter aux conditions rencontrées par la culture cotonnière au Mali.

Une étude conduite en 2001 avait conclu : à la nécessité de protéger les cotonniers en début de campagne vis-à-vis des mirides et des jassides dans la région de Sikasso, à l'intérêt possible d'une diminution du seuil d'intervention requis contre les chenilles carpophages en début de campagne pour mieux tenir compte d'une incidence plus forte de ces ravageurs à une période d'offres plus faibles en organes fructifères et aux possibles avantages que procurerait l'utilisation d'alternatives aux pyréthrinoïdes dans les programmes d'interventions sur seuil.

## 2 Objectifs

L'étude envisagée pour la campagne 2002 se proposait de vérifier ces hypothèses et d'étudier la compatibilité des programmes d'interventions sur seuil avec les règles d'une bonne gestion de la résistance des populations de ravageurs carpophages aux matières actives insecticides.

## 3 Matériels et méthodes

### 3.1 facteurs, modalités, dispositif statistique, parcellaire, dimensions

Six programmes de protection (Tableau 1) ont été comparés dans un dispositif en blocs de Fisher à 12 répétitions. Un nombre de répétitions élevé a été choisi pour tenir compte des limites d'interprétation de l'étude conduite en 2001. La parcelle élémentaire comprenait 10 lignes de 10 mètres (espacées de 0,8 mètre) mais seules les 6 lignes centrales ont reçu les applications insecticides foliaires lorsqu'elles étaient décidées ou programmées.

Tableau 1 : programmes de protection comparés

objet	description des programmes de protection
A	Programme d'interventions calendaires (endosulfan suivi de binaire)
B	Interventions sur seuil avec binaire (type 1)
C	Interventions sur seuil avec alternative (type 1)
D	Interventions sur seuil avec alternative (type 2)
E	Interventions sur seuil avec endosulfan puis binaire (type 2)
F	Interventions sur seuil avec alternative (type 1) + engrais avec systémique

Les interventions sur seuil n'ont été dirigées que contre les chenilles carpophages. Le programme d'interventions sur seuil de « type 1 » a gardé tout au long de la campagne le seuil habituel de 5 chenilles (toutes espèces confondues) pour 25 plants. Le programme d'interventions sur seuil de « type 2 » a adopté le seuil de 2 chenilles pour 25 plants (toutes espèces confondues) du 40<sup>ième</sup> au 90<sup>ième</sup> jour après la levée puis le seuil de 5 chenilles (toutes espèces confondues) pour 25 plants au delà du 90<sup>ième</sup> jour après la levée. Pour le programme E les interventions sur seuil ont respecté les pratiques d'une bonne gestion de la résistance des populations d' *H. armigera* aux insecticides à savoir : pas d'utilisation de pyréthrinoïdes avant début septembre. Enfin pour le programme F, un engrais complexe contenant un insecticide systémique (le carbosulfan) a été épandu au 20<sup>ième</sup> jour après la levée en même temps que l'engrais complet normal (sans insecticide systémique).

sur les autres parcelles de l'essai (parcelles des objets A, B, C, D et E). La quantité de carbosulfan épandue à l'hectare était de 500 g.

Pour le programme de protection vulgarisé (programme A), les interventions ont débuté au 40<sup>ième</sup> jour après la levée et ont respecté 14 jours d'intervalle par la suite. Ce programme a été arrêté au 6<sup>ième</sup> traitement. Les deux premières applications ont utilisé l'endosulfan à 500 g/ha et les applications suivantes ont employé une association pyréthrinolde organo-phosphoré vulgarisée (cyperméthrine chlorpyrifos éthyl : 36 – 150 g/ha). Cette association a également été utilisée pour les interventions sur seuil des parcelles de l'objet B et celles de l'objet E à partir de septembre, l'endosulfan à 500 g/ha étant utilisée auparavant. Enfin la sipnosine (36 g/ha) a été choisie comme alternative aux pyréthrinolides dans les programmes où elle devait intervenir (objets C, D et F).

### 3.2 observations

#### 3.2.1 chenilles de la capsule

Les chenilles carpophages ont été dénombrées par espèce de façon hebdomadaire sur 25 plants sélectionnés au hasard sur les deux lignes centrales de chaque parcelle (toutes les parcelles de l'essai ont été concernées). Ces observations hebdomadaires ont débuté la veille du premier traitement calendaire du programme vulgarisé (programme A).

#### 3.2.2 suivi de la fructification des cotonniers et de la rétention des organes fructifères

A partir du 39<sup>ième</sup> jour après la levée (soit la veille du premier traitement calendaire du programme vulgarisé ) et tous les 14 jours, les plants ayant servi aux dénombrements de chenilles carpophages ont été examinés pour la présence et la nature des organes fructifères situés sur les premières positions de chaque branche fructifère (de la 1<sup>ère</sup> à la 15<sup>ième</sup>). Cette observation n'a pas pu être réalisée au 81<sup>ième</sup> jour après la levée et n'a concerné que 10 plants par parcelle au 95<sup>ième</sup> jour après la levée.

#### 3.2.3 ravageurs autres que les chenilles carpophages

En cours de campagne cette observation, qui a débuté la veille du premier traitement calendaire du programme vulgarisé, a été réalisée tous les 14 jours. Elle concerna les insectes piqueurs suceurs suivants : jassides, pucerons, mirides et aleurodes. Dix plants ont été sélectionnés sur l'une des deux lignes centrales de chaque parcelle. Pour les pucerons (aptères uniquement) on a noté par plant le nombre de feuilles infestées en examinant les cinq feuilles terminales. Pour les jassides (tous les stades confondus) et les aleurodes (uniquement les adultes) les populations présentes sur la 5<sup>ième</sup> feuille terminale (en partant du sommet du plant et en descendant vers le bas) de chacun de ces plants ont été relevées. Pour les mirides l'observation toujours au niveau des mêmes plants a concerné leurs dégâts provoqués sur les cinq feuilles terminales en utilisant la grille de cotation de Coacker pour chaque feuille.

#### 3.2.4 abscission d'organes fructifères

A partir du 40<sup>ième</sup> jour après la levée on a ramassé tous les 2 jours les organes fructifères tombés dans l'interligne central de chaque parcelle. Dans les tris qui ont suivi ces ramassages, on n'a pas distingué la nature des organes récoltés mais on a dénombré séparément ceux qui ont été troués par une chenille carpophage et ceux qui étaient apparemment sains.

#### 3.2.5 production et examen de la production

Avant les récoltes de coton-graine, on a délimité par parcelle un tronçon de ligne de 1,5 mètre sur l'une des 4 lignes centrales. Tous les cotonniers présents sur un tronçon ont été examinés de manière détaillée pour leur production. Pour chaque branche fructifère et pour chaque position de chacune d'elles on a noté la nature de l'organe fructifère présent en considérant les catégories habituelles : capsules entièrement saines, capsules partiellement saines, capsules pourries et capsules momifiées (CM). Pour les branches végétatives on s'est contenté de noter par branche végétative le nombre de capsules dans chacune de ces catégories.

La récolte du coton graine produit par ces cotonniers a ensuite distingué les productions des premières positions des branches fructifères (de la première à la quinzième par groupe de 5 branches fructifères successives), les productions des branches végétatives et enfin les productions de toutes les autres positions fructifères.

### 3.3 analyses de résultats

Dans les analyses statistiques des résultats des contrastes ont été utilisés (Tableau 2). Leurs résultats sont présentés ainsi : + < (> ou =) - signification en %.

Tableau 2 : coefficients des contrastes utilisés

Contraste	Programmes de protection					
	A	B	C	D	E	F
1	5	-1	-1	-1	-1	-1
2	0	2	2	-3	-3	2
3	0	2	-1	0	0	-1
4	0	0	1	0	0	-1
5	0	0	0	1	-1	0

Le premier contraste compare le programme vulgarisé aux programmes d'interventions sur seuil. Le second contraste compare les programmes d'interventions sur seuil de type 1 à ceux de type 2. Le troisième contraste oppose le programme d'interventions sur seuil de type 1 ayant utilisé une association binaire pyréthriinoïdes organo phosphoré à ceux ayant employé une alternative aux pyrétrinoïdes. Le quatrième contraste pour les programmes d'interventions sur seuil de type 1 permet d'évaluer l'intérêt de l'épandage d'un insecticide systémique au moment de l'application de l'engrais complet. Enfin, le cinquième contraste pour les programmes d'interventions sur seuil de type 2 vérifie l'applicabilité des règles de gestion des matières actives insecticides pour une prévention de la résistance aux pyréthriinoïdes dans les populations d' *Helicoverpa armigera* (Hübner).

## 4 Résultats

A l'exception du début du mois de septembre, *H. armigera* est restée l'espèce carpophage la moins abondante au cours de cette campagne (Tableau 3 et Figure 1).

Tableau 3 : importance relative (en %) des espèces carpophages au cours de la campagne

	D.watersi	Earias	H.armigera
08/08	43,5	43,5	13,0
15/08	44,4	55,6	0,0
22/08	55,4	43,5	1,1
29/08	67,4	28,3	4,3
05/09	18,8	20,0	61,2
12/09	26,7	33,3	40,0
19/09	18,7	46,7	34,7
26/09	45,2	43,8	11,0
03/10	40,6	41,6	17,8
10/10	34,6	57,9	7,5
17/10	38,8	58,8	2,5
24/10	21,2	78,8	0,0
31/10	90,6	9,4	0,0

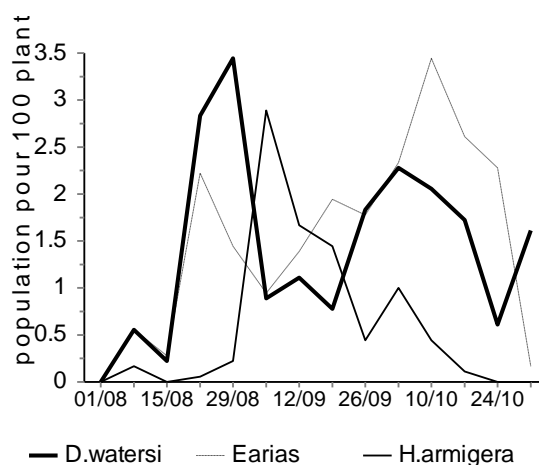


Figure 1 : dynamiques des trois principales espèces de chenilles carpophages

Les interventions sur seuil ne distinguant pas les espèces carpophages, nous donnons ci-dessous (Figure 2) leur dynamique d'ensemble qui montre qu'en moyenne les infestations de chenilles carpophages ont été très faibles. Cependant, des traitements sur seuil ont été réalisés dans cette étude (Tableau 4). Ils furent effectués avant le 90<sup>ième</sup> jour après la levée et ne concernèrent presque exclusivement que les parcelles des objets (D et E) pour lesquels le programme d'interventions sur seuil était de type 2 : seuil de 2 chenilles carpophages pour 25 plants avant le 90<sup>ième</sup> jour après la levée. Seules les parcelles de l'objet A (programme de protection vulgarisé) ont reçu deux applications insecticides après le 90<sup>ième</sup> jour après la levée.

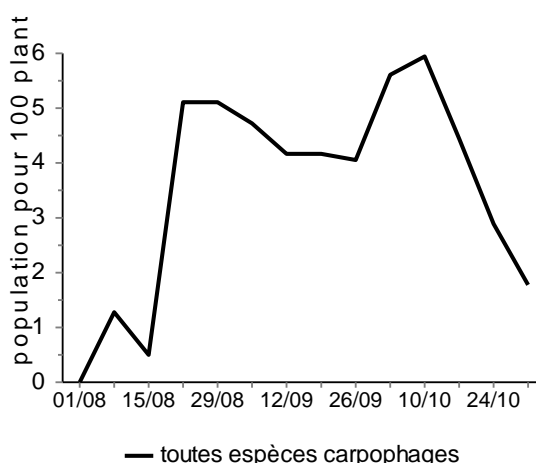


Figure 2 : dynamique moyenne de l'ensemble des chenilles carpophages

Tableau 4 : traitements réalisés avant le 90<sup>ième</sup> jour après la levée suivant les programmes et les parcelles de l'étude

	nombre de parcelles traitées					
	0 fois	1 fois	2 fois	3 fois	4 fois	5 fois
A					12	
B	11		1			
C	12					
D	3	1	4	2	1	1
E	1	5	4	2		
F	12					

Dans les infestations de chenilles carpophages toutes espèces confondues, la supériorité du programme vulgarisé n'est significative qu'après le 90<sup>ième</sup> jour après la levée (Tableau 5). En considérant chaque espèce on observe une inversion des efficacités des programmes de protection lorsque l'on considère d'un côté *H. armigera* et de l'autre côté *Diparopsis watersi* (Rotschild) et *Earias* spp (Tableau 6 et 7). En effet, le programme vulgarisé (objet A) assure le meilleur contrôle des deux dernières espèces mais l'inverse est noté lorsqu'il s'agit d' *H. armigera*.

Tableau 5 : effets des programmes de protection sur les infestations de chenilles carpophages toutes espèces confondues

	cumul 14 observations	par observation	
		avant 90 jours	90 jours à la fin
A	10,8	0,8	0,7
B	13,7	0,9	1,1
C	10,7	0,6	0,9
D	13,1	0,8	1,1
E	12,3	0,8	1,0
F	14,2	0,8	1,3
F programme	2,11	1,03	2,21
Signification en %	7,68	41,07	6,60
1	+<- 8,1	+>- 72,4	+<- 1,3
2	+>- 85,1	+<- 57,9	+>- 56,8
3	+>- 31,5	+>- 15,4	+<- 93,3
4	+<- 1,6	+<- 10,8	+<- 5,3
5	+>- 56,7	+>- 85,5	+>- 59,3
Transformation		log	



Tableau 6 : effets des programmes de protection sur les infestations cumulées de chaque espèce carpophage

	cumul de 14 observations		
	D.watersi	Earias	H.armigera
A	3,9	3,8 a	3,1 b
B	5,8	6,4 ab	1,5 ab
C	4,3	5,3 ab	1,1 a
D	5,8	4,9 ab	2,4 ab
E	4,9	4,8 ab	2,5 ab
F	5,3	6,8 b	2,1 ab
F programme	1,55	2,46	3,36
Signification en %	18,75	4,35	1,03
contrastes			
1	+<- 5,4	+<- 2,1	+>- 1,2
2	+<- 69,0	+>- 4,7	+<- 1,6
3	+>- 19,6	+>- 66,9	+<- 75,6
4	+<- 28,6	+<- 11,3	+<- 4,9
5	+>- 33,3	+>- 93,1	+<- 98,5
Transformation	racine		

Tableau 7 : effets des programmes de protection sur les infestations par observation de chaque espèce carpophage au cours de deux périodes de la campagne

	par observation					
	avant 90 jours			de 90 jours à la fin		
	D.watersi	Earias	H.armigera	D.watersi	Earias	H.armigera
A	0,26	0,24	0,30 b	0,31	0,32	0,11
B	0,36	0,35	0,16 ab	0,47	0,60	0,04
C	0,25	0,29	0,08 a	0,39	0,49	0,07
D	0,36	0,23	0,22 ab	0,47	0,51	0,11
E	0,34	0,20	0,24 ab	0,36	0,54	0,10
F	0,26	0,33	0,21 ab	0,53	0,69	0,07
F programme	0,88	1,47	2,85	1,01	1,76	0,53
signification en %	50,10	21,50	2,33	42,24	13,66	75,17
contrastes						
1	+<- 39,6	+<- 46,7	+>- 1,5	+<- 12,8	+<- 1,9	+>- 43,2
2	+<- 25,3	+>- 1,8	+<- 5,2	+>- 55,0	+>- 46,1	+<- 20,8
3	+>- 13,5	+>- 51,7	+>- 85,7	+>- 88,7	+>- 95,1	+<- 56,0
4	+<- 89,7	+<- 57,5	+<- 4,6	+<- 23,9	+<- 12,0	+>- 100,0
5	+>- 80,1	+>- 67,1	+<- 75,8	+>- 34,9	+<- 83,0	+>- 79,3
Transformation	log					

Les dynamiques moyennes des insectes piqueurs suceurs sont données dans les figures 3 à 5 ci-dessous. Vis-à-vis de ces ravageurs les deux effets principalement notés des programmes de protection sont une supériorité du programme vulgarisé (programme A) sur l'ensemble des autres programmes mais qui n'apparaît pas constamment et l'intérêt de l'application d'un insecticide systémique associé à l'engrais complet dont les effets pourraient durer une trentaine de jours sur les jassides et un peu moins sur les pucerons (tableaux 8 à 11).

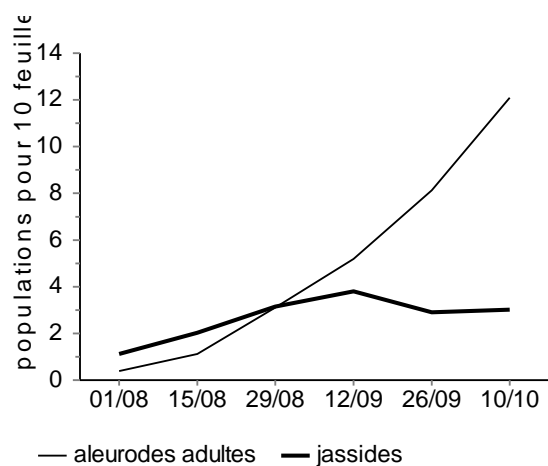


Figure 3 : dynamique des infestations de jassides et d'aleurodes adultes

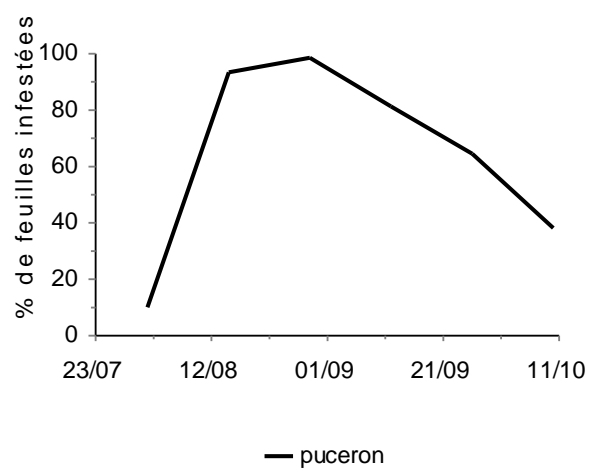


Figure 4 : dynamiques des infestations de pucerons

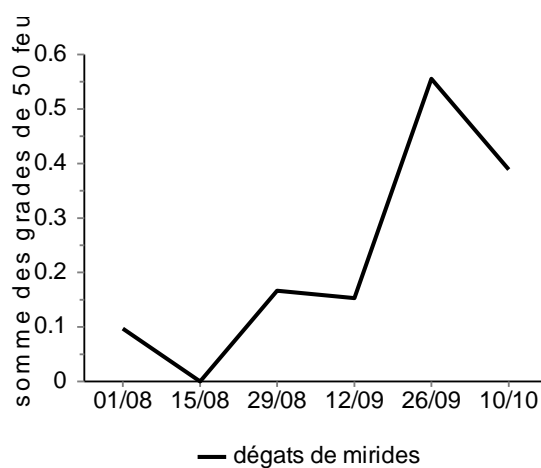


Figure 5 : évolution moyenne des grades de dégâts de mirides pour 50 feuilles

Tableau 8 : effets des programmes de protection sur les infestations de puceron

	% de feuilles infestées à différentes dates en jours après l'application d'engrais					
	18	32	46	60	74	88
A	9,3	89,3 a	99,7	84,0	67,3	37,7
B	13,8	95,0 b	98,7	80,0	62,3	40,0
C	12,8	94,8 b	99,3	80,2	61,8	42,7
D	11,3	95,2 b	98,2	81,3	68,8	34,5
E	8,8	95,5 b	97,7	80,7	62,7	36,7
F	4,3	91,0 ab	98,3	82,3	64,7	38,0
F programme	1,79	3,85	NA	NA	NA	NA
signification en %	12,84	0,47				
contrastes						
1	+<- 80,3	+<- 0,1				
2	+>- 62,6	+<- 10,7				
3	+>- 6,0	+>- 26,3				
4	+>- 2,8	+>- 7,8				
5	+<- 84,4	+<- 92,1				
transformation	bliss	bliss				

Tableau 9 : effets des programmes de protection sur les infestations d'aleurodes

	populations cumulées pour 10 feuilles à différentes dates en jours après l'application d'engrais					
	18	32	46	60	74	88
A	0,4	1,0	4,0	5,2	8,8	11,1
B	0,5	0,8	2,6	4,3	7,3	13,3
C	0,3	1,3	2,8	7,3	6,8	14,3
D	0,7	1,3	3,0	4,3	7,4	12,6
E	0,3	1,1	3,8	4,9	10,3	11,6
F	0,2	1,3	2,6	5,2	8,3	9,8
F programme	0,64	1,08	1,93	2,16	0,68	0,99
Signification en %	67,19	37,97	10,34	7,14	64,40	43,37
Contrastes						
1	+<- 95,5	+<- 54,2	+>- 3,1	+<- 96,7	+>- 66,4	+<- 49,7
2	+<- 31,2	+<- 88,5	+<- 7,1	+>- 17,1	+<- 33,1	+>- 80,1
3	+>- 35,9	+<- 3,2	+<- 87,3	+<- 3,5	+<- 87,3	+>- 54,7
4	+>- 76,3	+<- 100,0	+>- 78,8	+>- 4,7	+<- 47,9	+>- 5,8
5	+>- 27,8	+>- 60,0	+<- 23,5	+<- 59,8	+<- 19,8	+>- 66,4
transformation	racine					

Tableau 10 : effets des programmes de protection sur les infestations de jassides

	populations cumulées pour 10 feuilles à différentes dates en jours après l'application d'engrais					
	18	32	46	60	74	88
A	14,9	1,2	1,8	4,8 a	2,7	2,5
B	15,5	1,2	4,1	2,7 b	2,4	2,8
C	15,8	1,7	2,6	3,9 ab	2,7	3,0
D	15,2	0,8	4,0	2,6 b	3,1	3,2
E	17,5	1,1	3,3	3,8 b	3,3	3,5
F	17,2	0,7	3,2	5,1 b	3,3	3,1
F programme	0,56	1,33	1,62	4,05	0,89	0,87
signification en %	73,33	26,49	17,01	0,34	49,80	50,76
Contrastes						
1	+<- 39,9	+>- 96,4	+>- 80,7	+<- 0,0	+>- 45,9	+<- 52,4
2	+<- 86,7	+>- 46,0	+<- 85,3	+<- 23,6	+>- 39,1	+<- 32,4
3	+<- 57,4	+>- 91,9	+>- 23,2	+>- 9,7	+<- 24,7	+<- 23,3
4	+<- 51,6	+>- 1,8	+>- 81,3	+<- 33,0	+<- 75,5	+<- 23,8
5	+<- 26,6	+<- 67,4	+<- 1,3	+>- 78,3	+<- 20,3	+<- 76,5
transformation		log		log	log	

Tableau 11 : effets des programmes de protection sur les dégâts de mirides  
(6 observations x 50 feuilles par observation)

	somme des dégâts de mirides pour 300 feuilles
A	0,17
B	1,08
C	0,83
D	2,58
E	1,83
F	1,67
F programme	1,72
Signification en %	14,02
Contrastes	
1	+<- 4,5
2	+<- 8,7
3	+<- 82,9
4	+<- 36,9
5	+>- 42,0

Dans les abscissions d'organes fructifères dues à des ravageurs carpophages (identifiables au trou de perforation du ravageur), une seule différence significative apparaît en faveur du programme vulgarisé pour les chutes au delà du 90<sup>ième</sup> jour après la levée (Tableau 12).

Tableau 12 : effets des programmes de protection  
sur les abscissions d'organes fructifères

	nombre d'organes fructifères tombés pour 8 m <sup>2</sup>			
	non dus à des chenilles		dus à des chenilles	
	carpophages		carpophages	
	Avant 90 jours	de 90 jours à la fin	avant 90 jours	de 90 jours à la fin
A	142,8	105,5 ab	9,8	1,4
B	132,6	109,3 ab	14,2	2,8
C	113,0	102,3 a	13,3	2,8
D	147,3	125,9 b	13,2	2,5
E	121,9	110,7 ab	10,7	2,7
F	134,5	99,0 a	14,3	3,8
F programme	1,02	2,55	0,66	1,36
Signification en %	41,27	3,76	65,94	25,44
Contrastes				
1	+>- 35,8	+<- 55,1	+<- 19,6	+<- 5,0
2	+<- 50,4	+<- 0,8	+>- 49,8	+>- 38,6
3	+>- 57,7	+>- 23,4	+>- 62,6	+<- 50,2
4	+<- 23,3	+>- 69,4	+<- 69,8	+<- 20,7
5	+>- 15,8	+>- 7,0	+>- 40,7	+<- 98,1
Transformation			racine	racine

Parmi les organes fructifères tombés les plus nombreux sont ceux qui ne présentent de trou de perforation. Les causes de leurs chutes peuvent être nombreuses certaines étant d'origine parasitaire (action directe ou indirecte d'insectes piqueurs suceurs comme les mirides ou les jassides). Ainsi les différences observées dans ces chutes entre les programmes de protection au delà du 90<sup>ième</sup> jour après la levée (Tableau 12) ne sont pas forcément surprenantes. Le deuxième contraste indiquerait que les programmes d'intervention sur seuil de type 2 provoquent plus de chutes que ceux de type 1 (dont les parcelles qui leur furent consacrées, à l'exception d'une seule, n'ont en fait pas été protégées). La réalisation de traitements sur les parcelles ayant reçu les programmes d'intervention sur seuil de type 2 a peut être modifié l'entomofaune et favorisé l'installation de certains insectes piqueurs suceurs qui ont provoqué des chutes d'organes fructifères plus importantes au delà du 90<sup>ième</sup> jour après la levée. Le cinquième contraste, bien que significatif à 7 %, rendrait l'utilisation d'une alternative aux pyréthrinoïdes plus responsable de cette modification de l'entomofaune (Tableau 13).

Tableau 13 : traitements réalisés avec une alternative aux pyréthrinoïdes  
avant le 90<sup>ième</sup> jour après la levée

	nombre de parcelles traitées					
	0 fois	1 fois	2 fois	3 fois	4 fois	5 fois
D	3	1	4	2	1	1
E	4	6	2			

Dans l'évolution moyenne des taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère, on constate que les chutes les plus importantes d'organes fructifères se sont produites au cours du mois de septembre mais qu'elles ont surtout affecté les branches fructifères au delà de la 5<sup>ème</sup> (Figure 6).

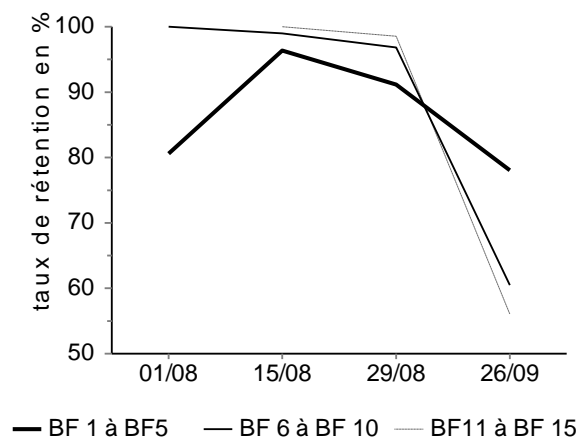


Figure 6 : évolution moyenne des taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère

Les analyses statistiques n'ont concerné que les taux de rétention des premières positions des branches fructifères 1 à 5 et des branches fructifères 6 à 10 car il y avait trop de valeurs manquantes pour les cinq branches fructifères suivantes. Ces analyses révèlent un meilleur comportement des programmes d'interventions sur seuil de type 2 par rapport à ceux de type 1 mais cet effet non perceptible à la première observation ne se manifeste que jusqu'à la fin du mois d'août (Tableaux 14 et 15).

Tableau 14 : effets des programmes de protection sur les taux de rétention des organes fructifères en première position des cinq premières branches fructifères

	taux de rétention (en %) à différentes dates sur les premières positions des branches fructifères 1 à 5			
	01/08	15/08	29/08	26/09
A	81,8	97,3	91,6	77,5
B	81,4	95,4	88,8	75,6
C	76,2	95,4	90,5	78,6
D	81,3	96,4	92,2	79,2
E	80,3	97,6	93,4	79,2
F	82,5	96,0	90,4	78,2
F programme	0,36	1,26	1,27	0,53
signification en %	87,25	29,30	28,79	75,38
Contrastes				
1	+>- 83,6	+>- 33,8	+>- 89,7	+<- 65,8
2	+<- 57,5	+<- 5,4	+<- 5,1	+<- 26,5
3	+>- 82,9	+<- 68,1	+<- 23,2	+<- 38,7
4	+<- 30,6	+<- 69,3	+>- 50,1	+>- 83,7
5	+>- 57,6	+<- 27,0	+<- 46,7	+>- 55,1
transformation	Bliss	Bliss	Bliss	bliss

Tableau 15 : effets des programmes de protection sur les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 6 à 10

	Taux de rétention (en %) à différentes dates sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10			
	01/08	15/08	29/08	26/09
A	100,0	99,7	97,3 ab	56,3
B	100,0	98,3	94,8 b	59,5
C	100,0	98,7	97,3 ab	64,9
D	100,0	99,0	96,4 ab	61,6
E	100,0	99,2	98,5 a	61,6
F	100,0	99,0	96,8 ab	59,0
F programme	NA	1,12	2,54	0,67
signification en %		35,86	3,85	65,13
Contrastes				
1		+>- 31,4	+>- 47,3	+<- 22,8
2		+<- 27,6	+<- 2,0	+<- 97,6
3		+>- 47,9	+<- 6,5	+<- 55,7
4		+ 9,4	+>- 55,6	+>- 22,4
5		+<- 91,3	+<- 10,3	+<- 94,8
transformation		bliss	Bliss	bliss

Le rendement moyen de cette étude est satisfaisant puisqu'il atteint presque 1 650 kg/ha. Cependant les écarts de production entre parcelles sont élevés : le rendement minimal est de 500 kg/ha et le rendement maximal de 2 942 kg/ha. Avec également de grandes variations entre parcelles, l'essentiel de la production est assurée par les capsules sur les premières positions des dix premières branches fructifères (81,0 % en moyenne avec 64,5 % uniquement pour les cinq premières branches fructifères). On ne note aucun effet des programmes de protection tant dans les niveaux de production que dans la répartition de la production (Tableau 16).

Tableau 16 : effets des programmes de protection sur la production

	Part de la production en % provenant des			rendement en kg/ha	
	premières positions des branches fructifères		Branches végétatives		
	1 à 5	6 à 10			11 à 15
A	64,4	17,2	0,1	5,2	1781,9
B	62,4	16,6	0,1	6,3	1755,6
C	69,0	16,2	0,2	3,9	1454,9
D	70,8	12,4	0,1	5,2	1543,7
E	70,0	15,6	0,0	3,6	1793,7
F	68,2	15,7	0,3	2,7	1549,3
F programme	0,82	0,96	0,33	0,70	1,28
signification en %	54,47	49,92	89,17	62,50	28,33
Contrastes					
1	+<- 39,2	+>- 32,6	+>- 71,6	+>- 46,8	+>- 25,8
2	+<- 24,6	+>- 14,8	+>- 52,8	+<- 37,3	+<- 49,9
3	+<- 17,8	+>- 74,6	+<- 74,4	+>- 26,8	+>- 11,3
4	+>- 72,5	+<- 97,5	+<- 43,6	+>- 82,9	+<- 61,6
5	+>- 93,7	+<- 20,7	+>- 55,3	+>- 36,0	+<- 17,6
Transformation	Bliss	bliss	bliss	bliss	

Dans les taux de rétention globaux des organes fructifères des branches fructifères observés à la récolte, le programme vulgarisé se distingue positivement de la moyenne des autres

programmes (Tableau 17). Cet avantage serait surtout lié à de meilleures rétentions sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10 (Tableau 17). En rétention globale un meilleur comportement du programme d'intervention sur seuil de type 2 prenant en compte les règles d'une bonne gestion de la résistance des populations d'*H. armigera* aux pyréthrinoïdes par rapport à celui du même type n'employant que l'alternative aux pyréthrinoïdes. Il procurait également des taux de capsules entièrement saines plus élevés sur les premières positions des 5 premières branches fructifères et un poids moyen capsulaire plus fort (Tableau 18). Par rapport aux programmes d'interventions sur seuil de type 1, ceux de type 2 ne distinguent que par de meilleurs taux de rétention sur les premières positions des 5 premières branches fructifères (Tableau 17). Enfin les différences significatives apparues entre les programmes d'interventions sur seuil de type 1 sont difficilement explicables car une seule parcelle a reçu deux applications avant le 90<sup>ième</sup> jour après la levée.

Tableau 17 : effets des programmes de protection  
sur les rétentions finales d'organes fructifères

	taux de rétention des organes fructifères sur les branches fructifères			
	toutes les positions	premières positions des branches		
		1 à 5	6 à 10	11 à 15
A	37,21 a	71,29	39,37	4,73
B	31,95 b	68,36	31,95	5,15
C	34,85 ab	68,70	28,54	6,38
D	33,69 ab	73,26	28,81	3,51
E	36,30 a	74,89	34,55	4,18
F	35,00 ab	69,50	33,13	0,78
F programme	4,35	0,99	1,91	0,83
Signification en %	0,22	43,28	10,62	53,44
Contrastes				
1	+>- 0,5	+>- 91,4	+>- 1,6	+>- 71,4
2	+<- 19,9	+<- 3,4	+<- 85,7	+<- 91,1
3	+<- 0,8	+<- 81,8	+>- 74,3	+>- 47,3
4	+<- 90,5	+<- 83,0	+<- 25,9	+>- 6,6
5	+<- 4,3	+<- 66,0	+<- 15,9	+<- 84,1
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss



Tableau 18 : effets des programmes de protections sur les taux de capsules entièrement saines et les poids moyens capsulaires

	taux de capsules entièrement saines sur les branches fructifères			poids moyen capsulaire		
	toutes les positions	premières positions des branches		toutes les positions	Premières positions des branches	
		1 à 5	6 à 10		1 à 5	6 à 10
A	83,00	92,29	67,35	3,45 ab	3,90	2,85
B	81,08	92,62	66,43	3,60 a	3,96	3,02
C	80,29	90,12	69,89	3,19 b	3,65	2,92
D	79,90	88,59	61,37	3,32 ab	3,77	2,87
E	82,14	94,40	56,89	3,74 a	4,11	3,10
F	81,19	90,10	64,87	3,38 ab	3,90	2,80
F programme	0,23	1,27	0,56	3,41	0,67	0,20
signification en %	94,41	29,14	73,07	0,95	65,34	96,05
Contrastes						
1	+>- 42,9	+>- 63,2	+>- 62,1	+=- 99,3	+>- 92,4	+<- 74,4
2	+<- 93,6	+<- 67,7	+>- 16,5	+<- 16,1	+<- 57,3	+<- 76,1
3	+>- 90,5	+>- 28,9	+<- 89,2	+>- 1,8	+>- 43,8	+>- 61,4
4	+<- 78,9	+>- 99,0	+>- 56,7	+<- 22,5	+<- 37,1	+>- 74,1
5	+<- 51,8	+<- 3,2	+>- 62,6	+<- 0,7	+<- 21,8	+<- 53,1
Transformation	bliss	bliss	bliss			

## 5 Conclusions et discussions

Dans les programmes d'interventions sur seuil, l'application d'un insecticide systémique (le carbosulfan à 500 g/ha) associé à l'engrais complet a présenté un intérêt contre certains insectes piqueurs suceurs. Ses effets dureraient une trentaine de jours vis-à-vis des jassides et un peu moins vis-à-vis des pucerons. Cette technique qui présente l'avantage de ne pas compliquer les programmes d'interventions foliaires sur seuil en prenant en compte d'autres ravageurs que les chenilles carpophages n'a pas eu d'autre effet en raison des faibles infestations de piqueurs suceurs rencontrés en 2002 à Farako.

Les infestations de chenilles carpophages sont restées très faibles pendant toute la campagne et les interventions sur seuil ont été réalisées avant le 90<sup>ième</sup> jour après la levée. Elles ont concerné presque uniquement les parcelles des modalités où le seuil de 2 chenilles pour 25 plants intervenait avant cette date (gardant par la suite le seuil habituel de 5 chenilles pour 25 plants). Pour ces modalités 83,3 % de parcelles ont été protégées et pour 70 % d'entre elles avec 1 ou 2 applications (contre 4 avant le 90<sup>ième</sup> jour après la levée pour le programme vulgarisé). En cours de campagne, ces nouveaux programmes d'interventions sur seuil ont amélioré les taux de rétention des organes fructifères par rapport aux programmes d'interventions sur seuil habituels (5 chenilles pour 25 plants pendant toute la campagne) qui ne connurent pratiquement pas d'application. En fin de campagne, cet avantage ne persiste que pour les premières positions des 5 premières branches fructifères et en production aucune différence significative n'a été notée entre ces deux types de programmes d'interventions sur seuil (1668,7 contre 1586,6 kg/ha) qui d'ailleurs ne diffèrent pas significativement du programme vulgarisé (1781,9 kg/ha).

Au regard des performances moyennes de production, du nombre moyen d'interventions et du prix d'achat du coton-graine (180 F CFA/kg en 2002) pour que les programmes d'interventions sur seuil de type 2 soient plus rentables que le programme vulgarisé, le coût moyen de l'intervention aurait du être supérieur à 4 842 F CFA par hectare. Comme le coût d'achat des insecticides utilisés en culture cotonnière au Mali pendant la campagne 2002 dépassait 4 000 F CFA par hectare, les programmes d'interventions sur seuil de type 2, dans

le contexte de pression parasitaire de la campagne 2002 à Farako, ont été certainement plus rentables que le programme vulgarisé car il faut ajouter à ce coût ceux, toujours directs, liés à l'application (amortissement de l'appareil, consommation de piles, etc) et les coûts indirects.

L'étude conduite en 2002 n'a pas permis pour les programmes d'interventions sur seuil de confirmer l'intérêt d'une alternative aux pyréthrinoides (la spinosine) vis-à-vis des ravageurs carpophages. Par contre l'emploi de cette alternative aux pyréthrinoides en début de campagne a probablement induit des modifications dans l'entomofaune (recrudescence des insectes piqueurs suceurs en particulier) qui ont eu des répercussions négatives : diminution des taux de rétention des organes fructifères, réductions des taux de capsules entièrement saines et baisse du poids moyen capsulaire. Elles ont été sans conséquence sur la production cette année en raison d'infestations faibles de ces insectes piqueurs mais il semble prudent de ne pas employer ces alternatives seules et trop tôt au cours d'une campagne.

Dans les programmes d'interventions sur seuil, pour diminuer l'incidence des insectes piqueurs suceurs en début de campagne en évitant des pulvérisations foliaires (qui compliqueraient les programmes de protection), il conviendrait de rechercher des matières actives systémiques, en enrobage de semences ou épandues au moment de l'application d'engrais complet, possédant une plus longue durée d'action que celle du carbosulfan. D'autre part, en raison de leurs faibles infestations au cours de la campagne 2002, les études doivent être poursuivies concernant : la modulation des seuils d'interventions contre les chenilles carpophages en fonction du développement du cotonnier, l'emploi d'alternatives aux pyréthrinoides au moment des pics d'infestations de chenilles carpophages et l'application des règles d'une bonne gestion de la résistance de ces populations aux matières actives insecticides dans ces programmes de protection.

# INTERET DE L'ETETAGE DES COTONNIERS EN COURS DE CAMPAGNE AU MALI

## 1 Justification

Dans la plupart des essais mis en place au cours de la campagne 2001 (sous stations de Farako et de Kébila), des études portant sur la répartition de la production à l'échelle du plant ont été conduites en fin de campagne. Les résultats de ces études ont montré (Tableau 1) le peu d'importance des productions des branches végétatives, de celles des positions sur les branches fructifères au delà de la première de chaque branche et de celles des premières positions des branches fructifères au delà de la 10<sup>ième</sup>, branche fructifère. Par contre en fonction de la date de semis, on a noté une plus ou moins grande importance des productions situées sur les premières positions des cinq premières branches fructifères.

Tableau 1 : part (en %) de la production issue de différentes positions sur le plant

Semis	Premières positions des branches fructifères			autres positions sur les branches fructifères	branches végétatives	lieu	essai
	1 à 5	6 à 10	11 à 15				
20 juin	59,4	20,8	0,1	11,9	7,8	Farako	mécanisme résistance
20 juin	50,4	28,2	3,1	12,6	5,7	Farako	nouvelles molécules
21 juin	51,5	24,0	2,1	14,8	7,6	Farako	seuils
19 juillet	92,8	1,6	0,0	4,6	1,0	Kébila	densité protection

On pouvait alors s'interroger sur l'intérêt de produire plus de 10 branches fructifères par cotonnier au Mali et il apparaissait intéressant de conduire des études sur l'étêtage des cotonniers qui pourrait renforcer les taux de rétention des organes fructifères et réduire les pontes d' *Helicoverpa armigera* (Hübner).

## 2 Objectifs

L'objectif de l'étude a été d'examiner dans quelle mesure un étêtage raisonné des cotonniers pouvait procurer une amélioration de la rétention des organes fructifères, apparus sur les branches fructifères formées avant cette opération culturale, du à meilleure allocation des assimilats ou à une réduction des abscissions par une limitation des pontes d' *Helicoverpa armigera* Hübner en fin de campagne.

## 3 Matériels et méthodes

### 3.1 modalités étudiées, dispositif statistique et répartition parcellaire

Un seul facteur à trois modalités a été étudié dans un dispositif blocs de Fisher à 6 répétitions : absence d'étêtage (A), étêtage peu après l'apparition de la 10<sup>ième</sup> branche fructifère (B) et étêtage peu après l'apparition de la 15<sup>ième</sup> branche fructifère (C).

La parcelle élémentaire comprenait 5 lignes de 10 mètres. Seules les 3 lignes centrales de chaque parcelle ont été étêtées lorsque la parcelle était concernée par cette opération. Les autres pratiques culturales (protection phytosanitaire et fertilisation minérale en particulier) ont été celles vulgarisées par la CMDT.

### 3.2 observations

#### 3.2.1 suivi de la formation des branches fructifères

A partir du 39<sup>ième</sup> jour après la levée, on a examiné chaque semaine 10 plants par parcelle. Pour chaque cotonnier, on a noté le nombre de branches fructifères apparues sur la tige principale. Cette observation qui a servi à fixer les dates des étêtages n'a concerné que les parcelles des objets B et C. Elle a été arrêtée après l'apparition de la 10<sup>ième</sup> branche fructifère pour les parcelles de l'objet B et après l'apparition de la 15<sup>ième</sup> branche fructifère pour les parcelles de l'objet C.

#### 3.2.2 suivi des infestations de chenilles carpophages

A partir de la date du premier étêtage (donc celui qui a concerné les parcelles de l'objet B), on a dénombré chaque semaine sur 10 plants de la ligne centrale de chaque parcelle les chenilles carpophages présentes en distinguant : *H. armigera*, *Diparopsis watersi* (Rotschild) et *Earias* sp.

#### 3.2.3 abscission d'organes fructifères

A partir de la date du premier étêtage (donc celui qui a concerné les parcelles de l'objet B), on a ramassé tous les 2 jours les organes fructifères tombés dans l'un des 2 interlignes centraux de chaque parcelle. Dans les tris qui ont suivi ces ramassages, on n'a pas distingué la nature des organes récoltés mais on dénombré séparément ceux qui ont été troués par une chenille carpophage des autres qui ont été considérés comme sains.

#### 3.2.4 production et examen de la production

Avant les récoltes de coton-graine, on a délimité par parcelle un tronçon de ligne de 1.5 mètre sur la ligne centrale. Tous les cotonniers présents sur un tronçon ont été examinés de manière détaillée pour leur production. Pour chaque branche fructifère et pour chaque position de chacune d'elle on a noté la nature de l'organe fructifère présent en considérant les catégories habituelles : capsules entièrement saines, capsules partiellement saines, capsules pourries et capsules momifiées. Pour les branches végétatives on s'est contenté de noter par branche végétative le nombre de capsules dans chacune de ces catégories.

La récolte du coton graine produit par ces cotonniers a ensuite distingué les productions des premières positions des branches fructifères (de la première à la quinzième par groupe de 5 branches fructifères successives), la production des branches végétatives et enfin la production de toutes les autres positions fructifères.

## 4 Résultats

L'évolution moyenne de la formation des branches fructifères est présentée dans la figure 1. Pour des raisons pratiques liées au caractère hebdomadaire des observations, les parcelles de l'objet B ont été étêtées le 17 août et celles de l'objet C le 14 septembre.

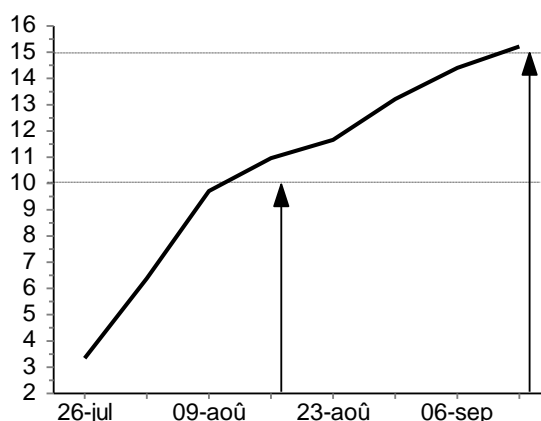


Figure 1 : évolution moyenne de la formation des branches fructifères

Les populations de chenilles carpophages ont été successivement dominées par *D. watersi* à la fin août, *H. armigera* pendant tout le mois de septembre et par à la fois *D. watersi* et *Earias* à partir de début octobre comme le montre le tableau 1.

Tableau 1 : évolution des importances relatives (en %) de chaque espèce carpophage

	<i>D. watersi</i>	<i>Earias</i>	<i>H. armigera</i>
23/08	88,9	11,1	0,0
30/08	41,4	27,6	31,0
06/09	38,5	15,4	46,2
13/09	40,0	10,0	50,0
20/09	22,2	0,0	77,8
27/09	4,8	14,3	81,0
04/10	40,0	48,0	12,0
11/10	33,3	66,7	0,0

Sur l'ensemble de la période d'observation, le niveau moyen d'infestation par observation a été pour chaque espèce inférieur à 5 chenilles pour 100 plants mais à certaines dates (au 23 août pour *D. watersi* et au 27 septembre pour *H. armigera*) il frôlait 10 chenilles pour 100 plants. Toutes espèces confondues, le niveau moyen des infestations de chenilles carpophages a été légèrement supérieur à 10 chenilles pour 100 plants par observation mais au 30 août il a atteint 16,1 chenilles pour 100 plants. On peut donc considérer que les infestations de chenilles carpophages n'ont pas été négligeables dans cette étude même si elles sont restées inférieures au seuil habituellement utilisé pour déclencher des interventions phytosanitaires. Les dynamiques des différentes espèces sont présentées dans la figure 2.

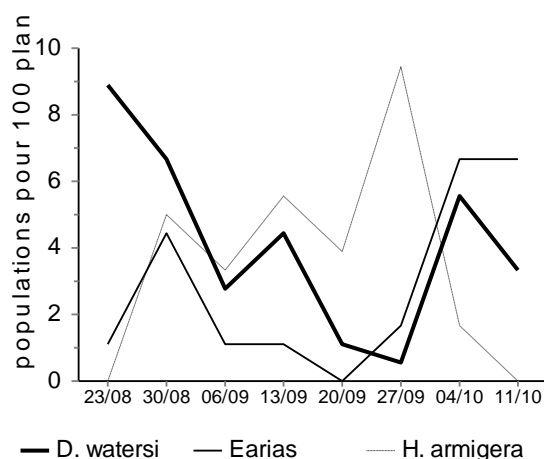


Figure 2 : dynamiques des infestations de chenilles carpophages

Lorsque l'on examine l'évolution des infestations de chenilles carpophages en fonction des modalités de l'étude (Figure 3), on s'aperçoit qu'à l'exception du 30 août les populations au moment des pics ont été plus faibles lorsque les cotonniers ont été étêtés. Cependant en considérant deux périodes d'infestations (du 6 au 20 septembre et du 27 septembre à la fin de la campagne) l'effet des étêtages n'apparaît pas significatif même à 10 % (Tableaux 2 et 3).

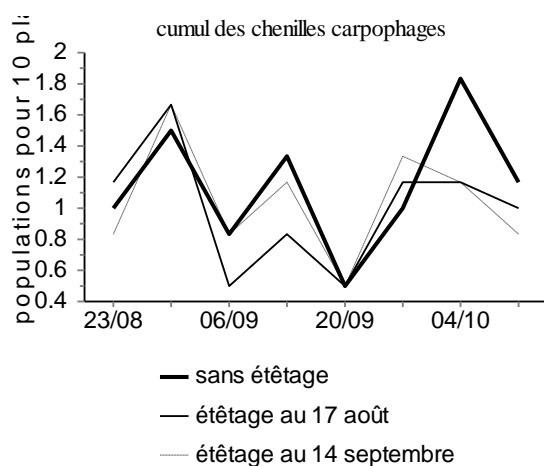


Figure 3 : effets des modalités de l'étude sur les infestations de chenilles carpophages

Tableau 2 : effet des étêtages au cours de la période du 6 au 20 septembre

	populations pou 100 plants			
	D. watersi	Earias	H. armigera	toutes espèces
sans étêtage	3,07	0,83	4,73	8,60
avec étêtage	2,23	0,57	3,33	6,10
F	0,28	0,15	1,52	2,33
signification en %	61,43	70,93	24,42	15,54

Tableau 3 : effet des étêtages au cours de la période allant du 27 septembre au 11 octobre

	populations pour 100 plants			
	D. watersi	Earias	H. armigera	toutes espèces
sans étêtage	2,77	7,77	2,77	13,33
avec étêtage	3,33	3,60	4,17	11,10
F	0,26	2,5	0,53	0,47
signification en %	62,35	14,21	49,09	51,66

Au regard des abscissions observées pendant ces deux périodes, l'effet des étêtages n'est toujours pas significatif même s'il se rapproche de la signification à 10 % pour la première période en ce qui concerne les organes tombés à la suite d'attaques de chenilles carpophages (Tableau 4).

Tableau 4 : abscissions

	nombre d'organes abscissés pour 8 m <sup>2</sup>			
	première période		deuxième période	
	non troués	troués	non troués	troués
sans étêtage	209,50	10,90	37,50	1,00
avec étêtage	191,67	7,20	34,17	1,42
F	0,96	3,10	0,33	0,40
Signification en %	35,17	10,59	58,31	54,46
Transformation	Log			

En production de coton graine aucune différence statistiquement significative n'est apparue entre les modalités de cette étude dans les performances comme, mais fort curieusement, dans la répartition de la production par plant (Tableau 5).

Tableau 5 : production et répartition par plant

	% de la production issu des					rendement en kg/ha
	branches fructifères			branches		
	premières positions		Autres Positions	végétatives		
	branches fructifères					
	1 à 5	6 à 10	11 à 15			
A	44,6	25,7	1,7	15,5	11,6	2580,6
B	51,5	26,2	0,0	14,1	5,7	2101,4
C	52,8	27,1	1,9	10,2	7,1	2488,9
F	0,77	0,03	NA	1,92	1,98	1,35
Signification en %	49,31	97,13		19,66	18,74	30,24
F B comparé à A et C	0,21	0,00		0,30	1,99	2,62
Signification en %	66,22	96,14		60,09	18,69	13,40
F A comparé à C	1,33	0,06		3,53	1,98	0,09
Signification en %	27,59	81,02		8,70	18,77	76,92

Toutefois avec un étêtage juste après l'apparition de la 10<sup>ième</sup> branche fructifère on enregistre une perte de production de coton graine de 479,2 kg/ha (significative à 13,4 %) par rapport à la modalité A (aucun étêtage). Cette perte se décompose de la façon suivante : 198,6 kg/ha en provenance des premières positions des 10 premières branches fructifères, 154,2 kg/ha en provenance des branches végétatives, 76,4 kg/ha en provenance de toutes les positions

fructifères des branches fructifères autres que les premières et 50,0 kg en provenance des premières positions des branches fructifères 11 à 15. La première fraction importante de cette perte (198,6 kg/ha) résulterait de taux de rétention plus faibles (50,9 % contre 60,2 %) car à la fois les taux de capsules entièrement saines (91,3 % contre 88,8 %) et les poids moyens capsulaires (4,32 g contre 4,32 g) sont proches. La seconde fraction de cette perte (154,2 kg/ha) proviendrait d'une production de capsules près de 2 fois plus faible sur les branches végétatives (5,4 par m<sup>2</sup> contre 10,1 par m<sup>2</sup>) et d'un poids moyen capsulaire légèrement plus faible (2,81 g contre 3,15 g) résultant probablement d'un taux de capsules entièrement saines réduit (84,8 % contre 90,0 %). La troisième fraction de cette perte bien que faible (76,4 kg/ha) résulterait à la fois d'une production plus faible de sites fructifères (64,3 sites / m<sup>2</sup> contre 75,5 sites / m<sup>2</sup>), de taux de rétention légèrement inférieurs (12,5 % contre 14,7 %) et surtout de poids moyens capsulaires réduits (3,85 g contre 4,71 g), les taux de capsules entièrement saines étant voisins (100,0 % contre 98,6 %). Les cotonniers ayant été étêtés après l'apparition de la 10<sup>ième</sup> branche fructifère, la quatrième fraction de cette perte est facilement expliquée même si elle n'est pas très importante.

Lorsque l'on compare les modalités A (aucun étêtage) et C (étêtage après l'apparition de la 15<sup>ième</sup> branche fructifère) si on n'observe pas de différence significative dans les performances de production et dans la répartition de celle-ci (Tableau 5) on constate que la production issue des premières positions des 15 premières branches fructifères est supérieure de 152,7 kg/ha (décomposé essentiellement en 90,3 kg/ha pour les 5 premières branches fructifères et 52,8 kg/ha pour les 5 branches suivantes) si l'étêtage est pratiqué mais que ce supplément est compensé en l'absence d'étêtage par une production supérieure des toutes les autres positions fructifères (120,8 kg/ha issus des branches fructifères et 123,6 kg/ha issus des branches végétatives).

Le supplément de production issue des premières positions des branches fructifères à la suite d'un étêtage après l'apparition de la 15<sup>ième</sup> branche fructifère est probablement dû à des taux de rétention plus forts pour les premières positions des 5 premières branches fructifères (69,7 % contre 64,8 %) car les taux de capsules entièrement saines et les poids moyens capsulaires sont voisins (respectivement 90,9 % contre 91,0 % et 4,68 g contre 4,56 g) et à un poids moyen capsulaire plus élevé pour les capsules des premières positions des branches fructifères 6 à 10 (4,47 g contre 3,92 g) bien que les taux de rétention et de capsules entièrement saines soient légèrement plus faibles (respectivement 47,9 % contre 53,8 % et 86,6 % contre 89,9 %) et.

La compensation de production apparue pour les cotonniers qui n'ont pas été étêtés sur les positions fructifères autres que les premières des 15 premières branches fructifères provient certainement d'une production de sites fructifères plus importante (75,5 positions par m<sup>2</sup> contre 66,7 positions par m<sup>2</sup> pour ces positions des branches fructifères) associée à des taux de rétentions plus élevés (14,7 % contre 10,6 %) et à une production de capsules récoltables plus importantes sur les branches végétatives (10,1 capsules par m<sup>2</sup> contre 4,7 capsules par m<sup>2</sup>) car les poids moyens capsulaires sont toujours à l'avantage des cotonniers qui ont été étêtés (3,75 g contre 4,20 g) et les taux de capsules entièrement saines sont peu différents (98,6 % contre 98,1 % sur les branches fructifères et 90,0 % contre 94,4 % sur les branches végétatives).

## 5 Conclusions

Les résultats obtenus dans cette étude confirment partiellement certaines des hypothèses émises au départ. La réduction des infestations de chenilles carpophages à la suite d'un étêtage des cotonniers a été effectivement observée. Mais, elle est apparue non significative et de faible importance. De plus elle n'a pas été observée à propos de toutes les espèces et a eu peu de conséquence sur les abscissions que ces ravageurs provoquent.



Les résultats concernant les productions ont fortement été influencés par le niveau moyen des performances de cette étude (2 390,3 kg/ha). Dans ces conditions un étêtage trop précoce des cotonniers (après l'apparition de la 10<sup>ième</sup> branche fructifère) a été pénalisant. Un étêtage plus tardif (après l'apparition de la 15<sup>ième</sup> branche fructifère) semble avoir procuré l'un des effets escomptés (amélioration des taux de rétention) mais uniquement sur les premières positions des 5 premières branches fructifères. Par contre les poids moyens capsulaires ont été nettement améliorés pratiquement sur toutes les positions (4,44 g contre 4,05 g pour l'ensemble des capsules récoltées). Ce résultat pourrait provenir d'une meilleure allocation des assimilats vers les sites productifs. Cependant ces avantages ont été annulés par des productions de capsules inférieures sur les branches végétatives et sur les positions fructifères, autres que les premières, des différentes branches fructifères.

Il conviendrait alors de reprendre cette étude dans des conditions de fertilité, et peut être de protection phytosanitaire, variables pour cerner celles dans lesquelles les effets bénéfiques attendus d'un étêtage des cotonniers (un étêtage précoce devant toutefois être exclu) procurent des avantages en production.

# RECHERCHE DE VARIETES DE COTONNIER ADAPTEES AUX CONDITIONS DE CULTURE BIOLOGIQUE AU MALI

## 1 Justification

La culture biologique du cotonnier a été initiée au Mali par Helvetas au cours de ces deux dernières années. Cette culture qui s'appuie sur des technologies plus ou moins élaborées, est pratiquée avec du matériel végétal qui n'a pas été évalué dans ces conditions spécifiques. Dès lors, pour améliorer la productivité, qui est encore assez faible, l'obtention de variétés bien adaptées à ces conditions s'impose.

## 2 Objectifs

L'objectif général de cette étude est de rechercher parmi les variétés classiques susceptibles d'être vulgarisées actuellement au Mali celles qui s'adaptent le mieux aux conditions de la culture biologique du cotonnier définies par Helvétas.

## 3 Matériel et méthodes

### 3.1 protocole, dispositif statistique et conditions de réalisation de l'étude

Cinq variétés de cotonnier (tableau 1) ont été comparées au sein de dispositifs en blocs de Fisher à 6 répétitions en deux sites d'intervention d'Helvétas : Kolondiéba et Yanfolila. La parcelle élémentaire était composée de 4 lignes de 10 mètres.

Tableau 1 : variétés étudiées

Objets	variétés
A	NTA 88 - 6
B	NTA 93 - 2
C	NTA 90 - 5
D	NTA 93 - 15
E	STAM 59 - A

Chacun des deux essais qui devait être semé à une date précoce a reçu toutes les pratiques de culture biologique définies par Helvétas (annexe 1) à l'exception de la densité de plantation qui était celle vulgarisée (0,8 m x 0,3 x 2 plants/poquet). Ces pratiques ont donc concerné la fertilisation organique, l'entretien (incluant le buttage) et la protection phytosanitaire.

### 3.2 Observations

#### 3.2.1 levée des plantules

Le long d'une des 2 lignes centrales de chaque parcelle élémentaire, à partir du 3<sup>ième</sup> jour après le semis, la levée des cotonniers (plantules et poquets) a été suivie pendant 10 jours consécutifs.

#### 3.2.2 suivi de la croissance et de la fructification des cotonniers

Sur la même ligne centrale de chaque parcelle, 10 plants (à raison de 1 plant par poquet) ont été observés chaque semaine à partir du 15<sup>ième</sup> jour après la levée. Ces plants ont été préalablement marqués pour ne pas en changer d'une observation à l'autre. Pour chaque

cotonnier, le numéro du nœud de la première branche fructifère a été relevé ainsi que le nombre total de nœuds formés sur la tige principale. La hauteur de chaque cotonnier, à partir du nœud cotylédonaire, a été également notée. Enfin, pour chaque branche fructifère (de la 1<sup>ère</sup> à la 10<sup>ième</sup>) la nature de l'organe fructifère présent en première position a été précisée.

### 3.2.3 suivi de la floraison

Sur l'autre ligne centrale de chaque parcelle, à partir du 40<sup>ième</sup> jour après la levée, on a dénombré tous les jours les fleurs épanouies.

### 3.2.5 NAWF

A trois dates successives au niveau de 10 cotonniers par parcelle présentant une fleur épanouie en première position de branche fructifère, le nombre de nœuds au dessus de cette branche a été relevé.

### 3.2.5 ravageurs

En cours de campagne (à partir du 30<sup>ième</sup> jour après la levée), cette observation hebdomadaire a concerné en premier les chenilles d'*Helicoverpa armigera* (Hübner), de *Diparopsis watersi* (Rotschild), d'*Earias* sp, de *Spodoptera littoralis* (Fabricius), de *Syllepte derogata* (Fabricius) et d' *Anomis flava* (fabricius) qui ont été dénombrées sur 10 plants par parcelle. Puis sur ces mêmes plants la présence ou l'absence de ravageurs piqueur-suceurs, tels que les jassides, les pucerons, les mirides et les aleurodes, était relevée.

Devant l'ampleur des dégâts provoqués par les jassides et les mirides au niveau de chaque site, des observations complémentaires ont été réalisées en fin de campagne pour déceler d'éventuelles différences de comportement variétal. Ces observations qui portèrent sur 10 plants par parcelle élémentaire ont enregistré la gravité des dégâts provoqués par ces deux types de ravageurs au niveau de la cinquième feuille terminale (en partant du sommet) de chaque plant.

### 3.2.6 production et examen de la production

Avant les récoltes de coton-graine, la qualité de la production (analyse sanitaire) des 10 cotonniers ayant permis le suivi de la croissance et de la fructification a été appréciée. La récolte du coton graine produit par ces cotonniers a ensuite distingué les productions des premières positions des branches fructifères (de la première à la quinzième par groupe de 5 branches fructifères successives), les productions des branches végétatives et enfin les productions de toutes les autres positions fructifères.

La production d'une ligne centrale de chaque parcelle a ensuite été récoltée pour estimer son rendement en coton graine et 5 plants par parcelle furent examinés pour leurs caractéristiques à la récolte.

## 4 Résultats

### 4.1 Essai de Kolondiéba

En raison d'une mauvaise installation des pluies en début de campagne, la levée n'a pas pu être précoce : suivant les parcelles 50 % des poquets ont levé entre le 22 et le 24 juin et 50 % des plantules entre le 22 et le 25 juin. Par rapport à ces dates de levée des différences variétales très hautement significatives sont apparues dans la date du début de la floraison (Tableau 2).

Tableau 2 : date de début de floraison

	date de début de la floraison en jours après la levée
NTA 88 - 6	49,2 ab
NTA 93 - 2	51,5 a
NTA 90 - 5	48,1 b
NTA 93 - 15	49,2 ab
STAM 59 - A	45,3 c
F variété	7,59
Signification en %	0,07

Il n'a pas été possible de calculer pour chaque parcelle la durée de la période utile de la floraison: période allant de la date du début de la floraison à la date à laquelle la valeur du critère NAWF est égale à 5. Ce calcul, qui n'a donc été entrepris qu'au niveau de chaque variété avec la moyenne de 6 parcelles, montre des différences allant de 7,1 à 12,7 jours (Tableau 3) en fonction des variétés comparées : la variété la plus précoce en floraison possède la plus longue durée de floraison utile et inversement.

Tableau 3 : durée de la période de floraison utile

	Durée de la floraison utile en jours
NTA 88 - 6	40,7
NTA 93 - 2	35,0
NTA 90 - 5	39,7
NTA 93 - 15	40,0
STAM 59 - A	47,8

Cependant aucune différence variétale significative n'a été notée dans le volume de cette floraison utile, ni même dans les dates (en jours après la levée) pour lesquelles 25 %, 50 % et 75 % de cette floraison ont été obtenus (Tableau 4).

Tableau 4 : caractéristiques de la floraison utile

	volume de la floraison utile cumul des fleurs par ligne	date (en jours après la levée) d'atteinte d'un volume de floraison utile de		
		25 %	50 %	75 %
NTA 88 - 6	361,7	63,1	68,9	74,7
NTA 93 - 2	311,3	64,2	70,2	76,2
NTA 90 - 5	381,2	62,2	67,7	74,1
NTA 93 - 15	314,2	63,2	68,7	75,2
STAM 59 - A	393,0	61,5	68,5	75,3
F variété	1,66	2,81	1,47	0,81
signification en %	19,73	5,30	24,71	53,56

Aucune différence variétale significative n'a été notée dans la croissance des cotonniers qu'il s'agisse de la taille en cm ou du nombre de nœuds (annexes 2 et 3). Par contre des différences variétales sont observées dans le numéro du nœud de la première branche fructifère (Tableau 5) et la précocité de floraison semble bien liée à la date d'apparition (numéro du nœud) de la première branche fructifère sur la tige principale ( $r = 0,407$  significatif à 5 %).

Tableau 5 : apparition de la première branche fructifère

	numéro du nœud de la première branche fructifère
NTA 88 – 6	7,1 a
NTA 93 – 2	7,2 a
NTA 90 – 5	6,6 a
NTA 93 – 15	6,9 a
STAM 59 – A	6,5 a
F variété	3,29
signification en %	3,15

Les infestations de ravageurs, à l'exception d'un pic d'infestation pour *D. watersi* fin août et une explosion des populations de *S. derogata* fin septembre, sont restées relativement faibles comme l'illustrent les figures 1 à 3. Aucune différence variétale significative n'est apparue dans les infestations de ravageurs (Tableaux 6 et 7).

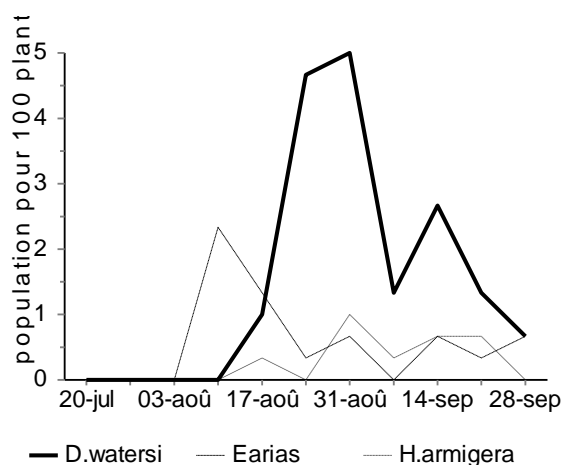


Figure 1 : dynamique des infestations de chenilles carpophages

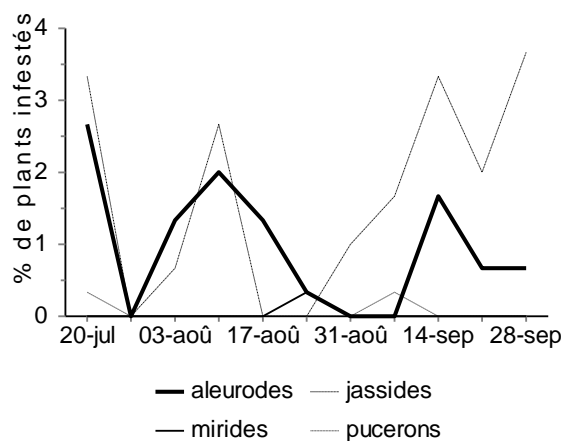


Figure 2 : dynamique des infestations de piqueurs suceurs

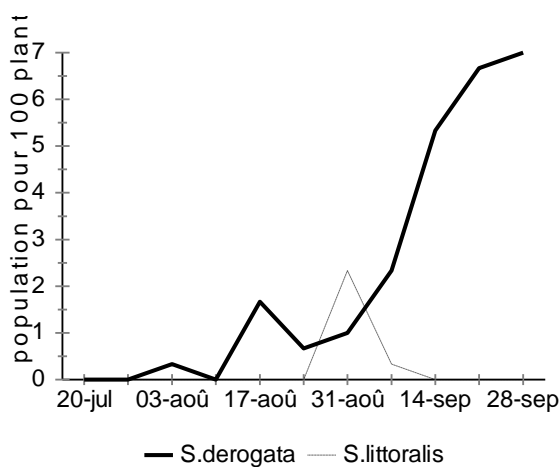


Figure 3 : dynamique des infestations de chenilles phyllophages

Tableau 6 : dénombrements de chenilles

	Nombre de chenilles pour 100 plants et par observation				
	D,watersi	Earias	H,armigera	S,derogata	S,littoralis
NTA 88 - 6	1,1	0,9	0,5	0,0	0,0
NTA 93 - 2	1,5	0,3	0,3	3,0	0,2
NTA 90 - 5	2,0	0,5	0,2	6,5	0,8
NTA 93 - 15	0,9	0,5	0,2	0,3	0,2
STAM 59 - A	2,1	0,8	0,3	1,5	0,2
F variété	1,03	0,76	0,35	1,47	0,71
signification en %	41,71	56,39	84,41	24,71	59,75

Tableau 7 : infestations de piqueurs suceurs

	% de plants infestés par observation			
	aleurode	jasside	miride	puceron
NTA 88 – 6	0,87	0,57	0,03	0,00
NTA 93 – 2	0,37	1,23	0,00	0,03
NTA 90 – 5	0,50	2,10	0,00	0,00
NTA 93 – 15	0,25	1,04	0,00	0,03
STAM 59 – A	0,35	1,68	0,00	0,00
F variété	0,28	1,11	1,00	0,71
Signification en %	88,55	38,06	43,17	59,42
Transformation	bliss	bliss	Bliss	bliss

Au regard des taux de rétention des organes fructifères sur les premières positions de chaque branche fructifère des différences variétales significatives n'apparaissent que pour les cinq premières branches (annexe 4). Ces différences variétales sont notées à deux périodes : au cours de la deuxième décade d'août et en fin septembre. On remarque alors le meilleur comportement de la variété D (NTA 93 15) au cours de la première période et l'inversion des comportements relatifs des variétés A (NTA 88 6) et B (NTA 93 2) entre les deux périodes. Au regard des dynamiques des principaux ravageurs (figures 1 à 3), cette inversion pourrait s'expliquer par des comportements différents de ces deux variétés vis-à-vis des faciès parasitaires rencontrés : *Earias* sp est surtout présent au début du mois d'août, *D. watersi* au cours de la dernière décade d'août et *S. derogata* n'est abondant qu'en fin de campagne. Toutefois, en liaison avec nos propres observations lors des visites de cet essai, on doit souligner la coïncidence de pics d'infestations de jassides (bien que faibles selon les dénombrements effectués) à chacune des deux périodes.

#### *Production : répartition de la production, performances, qualité et autres caractéristiques*

Sur l'ensemble de l'essai, les premières positions des 10 premières branches fructifères interviennent pour 51,0 % dans la production totale (30,5 % issus des premières positions des cinq premières branches fructifères) et la production portée par les branches végétatives pour 19,2 %. Cette répartition particulière de la production est peut être due aux conditions de culture biologique définies par Helvétas.

On observe peu de différence significative entre les variétés dans la répartition des productions de coton-graine (Tableau 8). Cependant on note une importance plus grande des premières positions fructifères dans la production totale de la variété D (NTA 93 15). Cette caractéristique de NTA 93 15 n'est toutefois pas attribuable à une précocité de floraison car elle ne diffère que très peu des autres variétés pour cette caractéristique. Par ailleurs elle est sans conséquence sur les performances de production (Tableau 8). Les variétés comparées ne diffèrent d'ailleurs pas dans leurs niveaux de production (Tableau 8) qui dans l'ensemble sont relativement bas (485,7 kg/ha en moyenne pour l'essai).

Tableau 8 : analyses des résultats de production

	% de production issu des			Branches végétatives	Rendement en kg/ha
	premières positions des branches fructifères				
	1 à 5	6 à 10	11 à 15		
NTA 88 – 6	21,26 b	19,84	0,00	24,62	369,3
NTA 93 – 2	35,30 ab	15,73	0,28	17,81	488,3
NTA 90 – 5	33,80 ab	17,42	0,29	21,82	615,5
NTA 93 – 15	48,31 a	22,42	0,05	6,02	463,4
STAM 59 – A	21,98 b	19,87	0,84	12,28	491,7
F variété	3,27	0,86		2,50	1,57
Signification en %	3,23	50,40		7,47	22,15
Transformation	bliss	Bliss		Bliss	

Dans les taux de capsules entièrement saines qui sont relativement bas aucune différence variétale significative n'est observée dans l'étude de Kolondiéba (Tableau 9).

Tableau 9 : taux de capsules entièrement saines

	taux de capsules entièrement saines				
	toutes les positions	branches fructifères			branches végétatives
		Premières positions des branches fructifères			
		1 à 5	6 à 10	11 à 15	
NTA 88 6	46,4	32,1	54,6	0,0	55,02
NTA 93 2	58,3	52,4	58,1	33,3	78,62
NTA 90 5	55,3	50,6	55,7	16,7	66,79
NTA 93 15	54,5	44,5	81,8	0,0	33,28
STAM 59 A	57,5	50,1	71,0	25,0	47,64
F variété	1,11	1,15	1,14	NA	2,17
Signification en %	38,03	36,39	36,56		10,91
Transformation	bliss	bliss	bliss		Bliss

Dans les taux de rétention à la récolte, une seule différence significative est observée en faveur de la variété D (NTA 93 15) par rapport à la variété B (NTA 93 2) pour les premières positions des 5 premières branches fructifères (Tableau 10). Ce résultat peut être relié à la part plus grande jouée par ces positions dans la récolte totale pour la variété NTA 93 15 (Tableau 8). D'autre part, il faut souligner que les taux de rétention des organes fructifères sont toujours inférieurs à 40 % même pour les premières positions des cinq premières branches fructifères. Ces valeurs sont faibles lorsqu'on les compare à celles généralement obtenues avec l'itinéraire technique de conduite de la culture cotonnière vulgarisé pour des dates de semis comparables.

Tableau 10 : taux de rétention des organes fructifères

	taux de rétention en %				
	Toutes Branches toutes les positions	branches fructifères			
		toutes les positions	premières positions des branches fructifères		
			1 à 5	6 à 10	11 à 15
NTA 88 6	27,4	24,1	32,7 ab	22,6	1,0
NTA 93 2	22,1	19,3	24,7 b	11,8	4,8
NTA 90 5	25,6	26,1	35,4 ab	20,6	3,6
NTA 93 15	22,3	24,6	39,0 a	17,8	1,2
STAM 59 A	28,3	25,9	35,5 ab	22,3	6,6
F variété	0,76	1,2	3,69 ab	1,11	0,63
signification en % transformation	56,25 Bliss	34,11 bliss	2,08 bliss	37,95 bliss	64,78 bliss

Calculés à partir de la pesée du coton graine des capsules entièrement et partiellement saines, les poids moyens capsulaires (en moyenne de 3,2 grammes) ne présentent pas de différence variétale significative (Tableau 11). On notera toutefois qu'ils ne sont pas les plus élevés pour les premières positions apparues.

Tableau 11 : poids moyen capsulaire

	toutes les capsules récoltées	capsules récoltées sur les premières positions des branches fructifères	
		1 à 5	6 à 10
NTA 88 6	3,42	3,04	4,38
NTA 93 2	3,26	3,34	3,92
NTA 90 5	3,20	3,36	2,97
NTA 93 15	3,14	2,78	3,77
STAM 59 A	3,13	2,91	3,66
F variété	0,49	0,73	0,92
signification en %	74,85	58,55	47,41

Tableau 12 : autres caractéristiques à la récolte

	Plants par m <sup>2</sup>	par plant nombre de branches	
		végétatives	fructifères
NTA 88 6	5,92	1,93	9,87
NTA 93 2	6,19	1,50	9,97
NTA 90 5	6,29	1,27	10,37
NTA 93 15	6,27	1,33	9,53
STAM 59 A	6,46	1,37	10,17
F variété	NA	1,16	0,35
Signification en %		35,92	84,04

#### 4.2 Essai de Yanfolila

L'installation de la saison des pluies a été encore plus tardive qu'à Kolondiéba et la levée de cet essai a été encore moins précoce : selon les parcelles 50% de levée (poquets ou plantules) a été atteint le 28 ou le 29 juin. A l'inverse de Kolondiéba on ne note pas de



différence variétale dans la date d'apparition de la première fleur par rapport à la levée même si la variété E (STAM 59 A) reste la plus précoce (Tableau 13).

Tableau 13 : date de début de floraison

objet	date de début de la floraison en jours après la levée
A	48,9
B	50,0
C	47,7
D	48,5
E	46,9
F variété	1,62
signification en %	20,70

Il n'a pas non plus été possible de calculer pour chaque parcelle la durée de la période utile de la floraison : période comprise entre la date du début de la floraison et la date à laquelle la valeur du critère NAWF est égale à 5. Ce calcul entrepris par variété (moyenne des 6 parcelles de chaque variété) montre une durée de période de floraison utile en moyenne un peu plus courte qu'à Kolondiéba (peut être en raison d'une levée plus tardive) sans que cela apparaisse au niveau de chaque variété (tableau 14).

Tableau 14 : durée de la période de floraison utile

Objet	durée de la floraison utile en jours
A	34,2
B	38,2
C	39,6
D	41,2
E	35,5

Le volume de la floraison utile est par contre plus important qu'à Kolondiéba à l'exception de celui de la variété A (NTA 88 6). Les différences variétales qui apparaissent dans les autres caractéristiques distinguent les variétés par leur précocité et le groupement de la floraison utile (Tableau 15). Comme à Kolondiéba aucune différence variétale significative n'a été notée dans la croissance des cotonniers qu'il s'agisse de la taille en cm ou du nombre de nœuds (annexes 5 et 6). Mais à l'inverse des résultats de l'essai de Kolondiéba aucune différence variétale n'est apparue dans le numéro du nœud de la première branche fructifère qui en moyenne apparaît plus tôt. Ce résultat ne surprend toutefois pas compte tenu de l'absence de différence variétale pour la précocité de la floraison à Yanfolila (Tableau 16).

Tableau 15 : caractéristiques de la floraison utile

	Volume de la floraison utile Cumul des fleurs par ligne	date (en jours après la levée) d'atteinte d'un volume de floraison utile de		
		25 %	50 %	75 %
A	339,3	64,1 b	70,5 b	76,4 a
B	493,7	66,0 b	73,5 c	79,8 b
C	489,8	64,1 b	71,1 b	78,7 b
D	460,3	65,0 b	72,5 ab	79,8 b
E	492,3	61,6 a	68,4 a	75,6 a
F variété	1,85	6,26	11,29	26,20
Signification en %	15,78	0,20	0,01	0,00

Tableau 16 : apparition de la première branche fructifère

Objets	numéro du nœud de la première branche fructifère
A	5,7
B	5,5
C	5,6
D	5,8
E	5,5
F variété	0,75
signification en %	57,45

Les infestations de ravageurs sont restées relativement faibles jusqu'au début du mois de septembre pour la plupart des insectes piqueur suceurs (Figure 4) et jusqu'au début du mois d'octobre en ce qui concerne les chenilles carpophages *H. armigera* et *D. watersi* (Figure 5). Pour les chenilles phyllophages on n'observe de fortes infestations que pour l'espèce *S. derogata* et uniquement au cours du mois de septembre (Figure 6).

On n'observe pas de différence variétale significative à 5 % dans les infestations hebdomadaires moyennes de ravageurs (Tableaux 17 et 18) ni dans la sévérité des dégâts provoqués par les mirides en fin de campagne (Tableau 19). Cette dernière observation fut réalisée sur les 5 feuilles terminales de 10 cotonniers par parcelle.

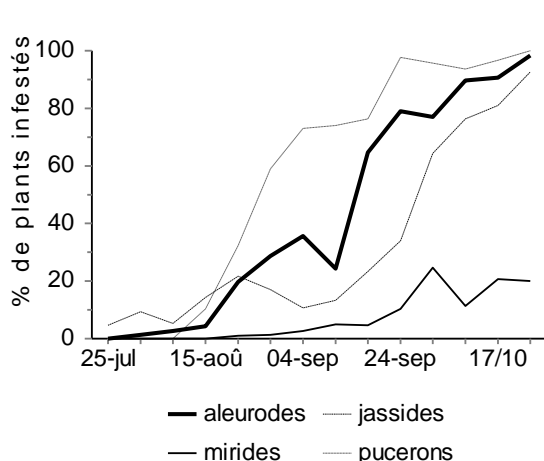


Figure 4 : dynamique des infestations de piqueurs suceurs

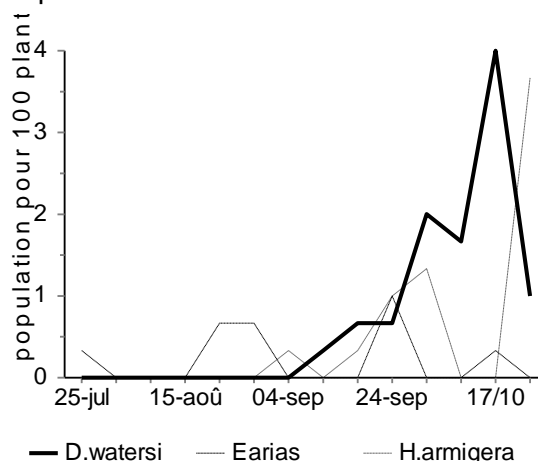


Figure 5 : dynamique des infestations de chenilles carpophages

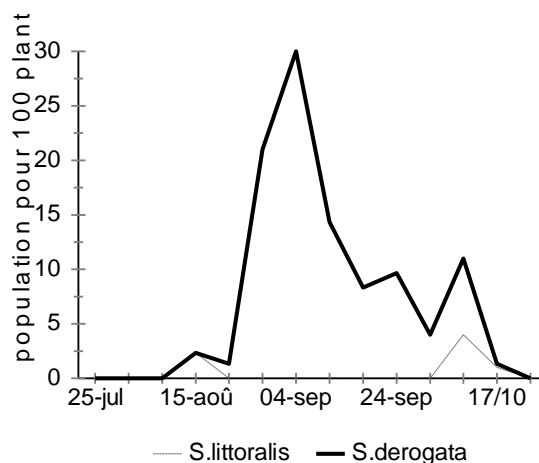


Figure 6 : dynamique des chenilles phyllophages

Tableau 17 : dénombrements de chenilles

	Nombre de chenilles pour 100 plants et par observation				
	D,watersi	Earias	H,armigera	S,derogata	S,littoralis
A	0,95	0,00	0,12	2,62	0,00
B	0,60	0,00	0,12	3,45	0,00
C	0,60	0,36	1,31	9,17	1,79
D	0,48	0,24	0,60	10,24	0,83
E	0,95	0,36	0,24	10,83	0,00
F variété	0,48	1,26	0,60	0,78	0,78
signification en %	74,89	31,69	67,26	55,55	55,42

Tableau 18 : infestations de piqueurs suceurs

	% de plants infestés par observation			
	Aleurode	Jasside	miride	Puceron
A	40,72	31,23	5,25	56,96
B	44,02	35,44	8,02	58,01
C	38,74	27,87	4,25	51,10
D	35,09	26,59	4,51	44,12
E	31,96	21,73	5,97	42,51
F variété	0,79	1,38	2,54	0,79
Signification en %	54,64	27,74	7,11	54,71
Transformation	Bliss	bliss	Bliss	Bliss

Tableau 19 : taux de feuilles ayant des dégâts de mirides  
(0 = sans dégât ; 1 = légers dégâts ; 2 = feuilles en lambeaux)

	Taux de feuilles avec dégâts de mirides de grade		
	0	1	2
A	87,7	9,3	3,0
B	79,0	20,0	1,0
C	67,3	23,7	9,0
D	70,3	27,3	2,3
E	74,0	23,7	2,3
F variété	2,36		
Signification en %	8,75		
Transformation	Bliss	NA	NA

Au regard des taux de rétention des organes fructifères sur les premières positions des branches fructifères, des différences variétales significatives apparaissent au cours des 20 derniers jours du mois de septembre. Elles sont principalement notées sur les 5 premières branches fructifères et disparaissent par la suite (annexes 7 et 8). Cette période correspond au moment où les infestations des principaux insectes piqueurs suceurs (les aleurodes, les pucerons, les jassides et à un moindre degré les mirides) commencent à croître (Figure 4) et à un pic marqué d'infestation de *S. derogata*. Cependant si ces ravageurs étaient à l'origine des différences variétales dans les chutes d'organes fructifères, il est probable en raison de leur mode d'action et des différences variétales observées que les jassides soient seuls responsables de ces différences en faveur des variétés B (NTA 93 2) et E (STAM 59 A) et les mirides plus que les aleurodes en faveur de la variété A (NTA 88 6) comme le montre le tableau 20.

Dans les taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10, on note une chute importante quelle que soit la variété à la fin du mois de septembre. Les infestations de chenilles carpophages commençant seulement à croître, les fortes

infestations d'insectes piqueurs suceurs rencontrées à partir de cette date pourraient en être responsables mais des causes autres que phytosanitaires (physiologiques en particulier) sont plus probablement à l'origine de ces pertes.

Tableau 20 : pourcentages de plants infestés en moyenne par semaine par différents insectes piqueurs suceurs au cours de 20 derniers jours de septembre et infestations moyennes par semaine de *S.derogata* pour 100 plants au cours du mois de septembre

	S. derogata	puceron	jasside	miride	aleurode
A	14,6	80,0	26,7	2,8	49,4
B	35,0	97,8	17,8	7,8	63,9
C	3,8	72,8	27,8	9,4	61,7
D	2,5	77,8	30,0	6,1	44,4
E	22,1	85,0	15,6	7,2	60,6

### *Production : répartition de la production, performances, qualité et autres caractéristiques*

Bien que les densités de plants à la récolte soient plus faibles (Tableau 25), la production moyenne de cet essai est plus élevée que celle obtenue à Kolondiéba puisqu'elle atteint 1 082,4 kg/ha. Les premières positions des quinze premières branches fructifères procurent un peu plus de 50 % de la production totale (56,7 % avec 37,9 % pour les cinq premières branches fructifères). La production des branches végétatives intervient pour 14 %. Ces résultats, comparables à ceux de l'essai de Kolondiéba, doivent certainement être liés aux conditions de culture biologique. On ne note aucune différence variétale tant dans les niveaux de production que dans les répartitions de ces productions (Tableau 21).

Tableau 21 : analyses de la production

	% de production issu des			rendement en kg/ha	
	Premières positions des branches fructifères		branches végétatives		
	1 à 5	6 à 10			11 à 15
A	44,77	20,67	0,8	15,61	1022,9
B	40,61	21,35	0,3	8,22	1315,1
C	35,00	15,65	1,3	17,34	843,4
D	35,92	16,56	1,5	14,05	1020,8
E	33,36	18,17	2,5	15,59	1209,8
F variété	0,84	0,87		1,51	1,83
signification en %	51,64	49,84		23,78	16,24
transformation	Bliss	bliss		bliss	

Les taux de capsules entièrement saines sont plus élevés que ceux obtenus à Kolondiéba. Ces taux restent toutefois plus faibles que ceux habituellement observés sur des parcelles recevant l'itinéraire technique vulgarisé. Une seule différence variétale a été notée en faveur de la variété E (STAM 59 A) par rapport à la variété C (NTA 90 5) pour les premières positions des branches fructifères 6 à 10.

Tableau 22 : taux de capsules entièrement saines

	taux de capsules entièrement saines				
	Toutes les positions	branches fructifères			branches végétatives
		Premières positions des branches fructifères			
		1 à 5	6 à 10	11 à 15	
NTA 88 6	61,7	59,6	52,2 ab	16,7	89,6
NTA 93 2	67,6	73,3	60,6 ab	18,0	75,7
NTA 90 5	58,6	57,6	45,1 b	40,0	66,0
NTA 93 15	67,4	67,9	63,9 ab	35,0	71,5
STAM 59 A	60,3	49,8	71,6 a	24,7	83,7
F variété	2,21	1,81	3,75	NA	0,96
Signification en %	10,35	16,51	1,95		45,16
Transformation	bliss	bliss	bliss		Bliss

Comme pour les taux de capsules entièrement saines, les taux de rétention des organes fructifères à la récolte sont plus élevés à Yanfolila qu'à Kolondiéba (Tableau 23). Contrairement à Kolondiéba, aucune différence variétale significative n'est mise en évidence dans ces observations.

Tableau 23 : taux de rétention à la récolte

	taux de rétention en %				
	toutes branches toutes les positions	branches fructifères			
		toutes les positions	premières positions des branches fructifères		
			1 à 5	6 à 10	11 à 15
NTA 88 6	31,6	29,3	60,1	34,4	6,5
NTA 93 2	25,4	24,2	47,1	32,9	6,9
NTA 90 5	34,4	26,9	49,2	34,2	8,6
NTA 93 15	33,1	27,2	46,0	32,8	7,6
STAM 59 A	31,6	29,6	59,4	36,3	9,0
F variété	1,21	1,5	2,79	0,22	0,07
Signification en %	33,87	23,96	5,42	92,32	98,73
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	Bliss

Calculés de la même manière qu'à Kolondiéba à partir du coton graine des capsules entièrement et partiellement saines, les poids moyens capsulaires sont beaucoup plus élevés (3,94 grammes). Des différences variétales significatives (Tableau 24) sont apparues surtout en défaveur de la variété E (STAM 59 A). Ce résultat est probablement la conséquence de la production d'un nombre plus élevé de capsules par unité de surface : 71,2 capsules récoltées par m<sup>2</sup> contre 54,0 pour la variété NTA 88 6, 55,4 pour la variété NTA 93 2, 60,4 pour la variété NTA 90 5 et 57,1 pour la variété NTA 93 15.

Tableau 24 : poids moyen capsulaire

	Toutes les Capsules Récoltées	Capsules récoltées sur les premières positions Des branches fructifères	
		1 à 5	6 à 10
NTA 88 6	3,82 ab	3,99 ab	4,04
NTA 93 2	4,22 a	4,45 ab	4,90
NTA 90 5	4,03 a	4,35 ab	3,69
NTA 93 15	4,11 a	4,71 a	4,37
STAM 59 A	3,53 b	3,71 b	3,61
F variété	4,74	3,69	2,14
Signification en %	0,75	2,08	11,31

Tableau 25 : autres caractéristiques à la récolte

	Plants par m <sup>2</sup>	par plant nombre de branches	
		végétatives	fructifères
NTA 88 6	4,15	1,43	10,17
NTA 93 2	4,08	1,03	12,03
NTA 90 5	4,21	1,73	10,63
NTA 93 15	4,13	1,70	10,50
STAM 59 A	4,67	1,07	11,63
F variété	NA	2,53	0,88
Signification en %		7,24	49,24

### 4.3 Regroupement des deux essais

En raison d'une installation tardive de la saison des pluies aucun des deux essais n'a pu être semé précocement : 50 % de levée ont été obtenus entre le 22 et le 25 juin à Kolondiéba et le 28 ou le 29 juin à Yanfolila. Si à Kolondiéba on observe des différences variétales concernant l'apparition de la première branche fructifère sur la tige principale (numéro du nœud), celles-ci disparaissent dans le regroupement des résultats des deux sites même si la variété STAM 59 A, en moyenne, voit apparaître le plus tôt sa première branche fructifère (Tableau 26). Cette variété entre d'ailleurs en floraison la première (Tableau 26).

Tableau 26 : différences variétales dans le démarrage du cycle fructifère

		numéro du nœud de la première branche fructifère	date de début de floraison en jours après la levée
NTA 88 - 6		6,39	49,08 ab
NTA 93 - 2		6,36	50,75 b
NTA 90 - 5		6,13	47,92 ab
NTA 93 - 15		6,35	48,83 ab
STAM 59 - A		6,03	46,13 a
Kolondiéba		6,89	48,67
Yanfolila		5,62	48,42
F variété	4/4	1,24	8,99
Signification en %		41,97	3,04
F interaction	4/40	1,99	0,85
Signification en %		11,43	50,35

Dans chaque localité il n'a pas été possible de calculer pour chaque parcelle la durée de la période utile de la floraison: période allant de la date du début de la floraison à la date à laquelle la valeur du critère NAWF est égale à 5. Ce calcul, qui a donc, pour chaque localité, été entrepris par variété avec la moyenne de leurs 6 parcelles, ne montre pas de grande différence entre variété mais la variété STAM 59 A offre la plus longue durée de floraison utile (Tableau 27).

Tableau 27 : durée de la période de floraison utile en fonction des variétés

	durée de la floraison utile en jours
NTA 88 - 6	37,5
NTA 93 - 2	36,6
NTA 90 - 5	39,7
NTA 93 - 15	40,6
STAM 59 - A	41,6

Dans les caractéristiques de cette floraison utile (volume et regroupement) on ne note pas de différence variétale significative (Tableau 28). Toutefois la variété STAM 59 A présente le volume de floraison le plus élevé avec une durée significativement plus longue mais uniquement à Kolondiéba (raison de la signification de l'interaction).

Tableau 28 : caractéristiques de la floraison utile en fonction des variétés

		cumul de la floraison utile pour 8m²	Nombre de jours depuis le début de la floraison pour atteindre les volumes suivants de la floraison utile		
			25 %	50 %	75 %
NTA 88 - 6		350,50	14,5	20,6	26,5
NTA 93 - 2		402,50	14,3	21,1	27,2
NTA 90 - 5		433,50	15,2	21,5	28,5
NTA 93 - 15		387,25	15,2	21,7	28,7
STAM 59 - A		442,67	15,4	22,3	29,3
Kolondiéba		352,27	14,2	20,1	26,4
Yanfolila		455,10	15,7	22,8	29,7
F variété	4/4	0,94	0,28	0,25	0,63
Signification en %		52,24	87,44	89,72	66,96
F interaction	4/40	1,85	2,55	4,35	4,35
Signification en %		13.63	5.33	0.52	0.53

Aucune différence variétale significative n'est observée dans la croissance des cotonniers qu'il s'agisse de la taille en cm ou de la formation des nœuds de la tige principale (annexes 9 et 10).

Selon les observations en cours de campagne, les infestations d'insectes piqueurs suceurs ont été plus élevées à Yanfolila qu'à Kolondiéba, l'inverse étant observé pour les ravageurs carpophages *D. watersi* et *Earias*. Pour la plupart des ravageurs les dynamiques des infestations sont également différentes entre ces deux lieux. Les chenilles carpophages sont plus abondantes en fin de campagne à Yanfolila qu'à Kolondiéba où leurs pics marquent surtout le milieu de campagne. L'inverse est observé pour l'espèce *S. derogata* mais avec des niveaux d'infestations beaucoup plus faibles à Kolondiéba. Enfin, si à Yanfolila les niveaux d'infestations de tous les insectes piqueurs suceurs croissent au fur et à mesure de l'avancement de la campagne cela ne concerne que les jassides à Kolondiéba avec des niveaux bien plus faibles.

Tableau 29 : infestations de chenilles en fonction des variétés

		Nombre de chenilles pour 100 plants et par observation				
		<i>D.watersi</i>	<i>Earias</i>	<i>H.armigera</i>	<i>S.derogata</i>	<i>S.littoralis</i>
NTA 88 - 6		1,01	0,45	0,29	1,31	0,00
NTA 93 - 2		1,06	0,15	0,21	3,24	0,08
NTA 90 - 5		1,28	0,41	0,73	7,84	1,27
NTA 93 - 15		0,69	0,35	0,37	5,27	0,49
STAM 59 - A		1,54	0,56	0,27	6,17	0,08
Kolondiéba		1,52	0,58	0,27	2,27	0,24
Yanfolila		0,71	0,19	0,48	7,26	0,52
F variété	4/4	1,46	0,93	0,46	1,38	3,88
signification en %		36,04	52,87	76,27	38,02	10,95
F interaction	4/40	0,72	0,92	0,78	0,77	0,32
signification en %		68,74	46,49	54,72	55,60	86,65

Tableau 30 : infestations de piqueurs suceurs en fonction des variétés

		% de plants infestés par observation			
		Aleurode	Jasside	Miride	Puceron
NTA 88 - 6		14,66	10,76	1,52	17,20
NTA 93 - 2		14,68	13,37	2,05	18,21
NTA 90 - 5		13,16	11,81	1,07	15,04
NTA 93 - 15		11,25	10,01	1,14	13,16
STAM 59 - A		10,51	9,16	1,51	12,09
Kolondiéba		0,45	1,27	0,00	0,00
Yanfolila		38,06	28,46	5,53	50,54
F variété	4/4	1,71	0,51	0,91	1,03
Signification en %		30,79	73,40	53,52	48,77
F interaction	4/40	0,49	1,74	2,48	0,78
Signification en %		74,35	15,84	5,87	54,95
Transformation		bliss	bliss	bliss	Bliss

Dans les analyses par lieu aucune différence variétale significative de comportement vis-à-vis de ces ravageurs n'est apparue. Cette absence de différence est confirmée dans les analyses de regroupement (Tableaux 29 et 30) qui ne révèlent pas d'interaction significative entre variété et lieu malgré les caractéristiques particulières des infestations dans chaque lieu.

Dans l'évolution des taux de rétention des organes fructifères des premières positions de branche fructifère, on n'observe pas de différence variétale significative mais on remarque que l'interaction avec le lieu l'est très souvent (annexes 11 et 12). Cela provient de différences variétales significatives apparues dans chaque site à certaines périodes.

Dans la répartition de la production au niveau des plants, aucune différence variétale significative n'est observée (Tableau 31). On note toutefois que la part de production assurée par les premières positions des cinq premières branches fructifères est plus élevée chez la variété NTA 93 15 (de + 4,1 à + 11,4 % par rapport aux autres variétés) mais que la part de production provenant de ses branches végétatives est la plus faible (9.7 %). En conséquence, peut être, cette variété ne présente pas d'avantage particulier en production (Tableau 31). Les niveaux de production qui sont plus de deux fois plus faibles à Kolondiéba qu'à Yanfolila ne montrent pas de différence variétale significative (Tableau 31).



Tableau 31 : répartition de la production en fonction des variétés

	Rendement en kg/ha	% de production issu des			
		Premières positions des branches fructifères			branches végétatives
		1 à 5	6 à 10	11 à 15	
NTA 88 – 6	696.1	32,46	20,26	0,1	19,92
NTA 93 - 2	901.7	37,90	18,47	0,1	12,62
NTA 90 - 5	729.5	34,40	16,52	0,4	19,53
NTA 93 – 15	742,1	42,04	19,41	0,3	9,66
STAM 59 - A	850,7	27,49	19,01	0,9	13,90
Kolondiéba	485,7	31,72	19,01	0,2	15,84
Yanfolila	1082,4	37,89	18,43	0,4	13,98
F variété	0,58	0,68	0,45		1,17
Signification en %	68,97	63,94	77,05		44,09
F interaction	2,23	2,77	1,20		2,04
Signification en %	8,22	3,98	32,69		10,67
Transformation		Bliss	bliss		Bliss

Les taux de capsules entièrement saines qui ne sont dans l'ensemble pas très élevés sont en moyenne meilleurs sur les branches végétatives que sur les branches fructifères. D'autre part, ces taux sont souvent plus forts pour les premières positions des branches fructifères 6 à 10 que pour les premières positions des 5 premières branches fructifères. Aucune différence variétale significative n'apparaît malgré un avantage pour la variété D (NTA 93 15) au niveau des premières positions des branches fructifères 6 à 10 (Tableau 32).

Tableau 32 : taux de capsules entièrement saines en %

	taux de capsules entièrement saines			
	sur les branches fructifères			sur les branches végétatives
	toutes positions	Premières positions des branches		
		1 à 5	6 à 10	
NTA 88 6	54,1	45,7	53,38	74,26
NTA 93 2	63,0	63,2	59,37	77,19
NTA 90 5	57,0	54,1	50,42	66,43
NTA 93 15	61,0	56,4	73,33	52,56
STAM 59 A	58,9	49,9	71,27	66,97
Kolondiéba	54,4	45,9	64,69	56,63
Yanfolila	63,1	61,8	58,84	77,93
F variété	1,54	1,22	5,22	0,78
Signification en %	34,16	42,46	7,08	59,38
F interaction	1,13	1,30	0,51	1,78
Signification en %	35,80	28,62	73,16	15,03
Transformation	bliss	bliss	Bliss	Bliss

L'analyse des taux de rétention des organes fructifères à la récolte, quelles que soient les positions considérées, ne montre pas de différence variétale significative (Tableau 33). Toutefois, la variété B (NTA 93 2) présente presque toujours les plus faibles taux de rétention d'organes fructifères.

Tableau 33 : taux de rétention (en %) des organes fructifères

	taux de rétention en %				
	Toutes les branches toutes les positions	sur les branches fructifères			
		Toutes Positions	premières positions des branches		
			1 à 5	6 à 10	11 à 15
NTA 88 6	29,5	26,7	46,3	28,3	3,2
NTA 93 2	23,7	21,7	35,5	21,4	5,8
NTA 90 5	29,9	26,5	42,3	27,1	5,9
NTA 93 15	27,5	25,9	42,5	24,9	2,8
STAM 59 A	29,9	27,7	47,4	29,1	7,8
Kolondiéba	25,1	24,0	33,4	18,8	3,1
Yanfolila	31,2	27,4	52,4	34,1	7,1
F variété	2,40	6,37	1,25	2,04	4,02
Signification en %	20,81	5,22	41,63	25,32	10,39
F interaction	0,57	0,35	2,76	0,59	0,17
Signification en %	68,96	84,29	4,05	67,45	95,1
Transformation	bliss	Bliss	bliss	bliss	Bliss

Enfin, dans les dernières caractéristiques des plants à la récolte aucune différence variétale significative n'est mise en évidence qu'ils s'agissent des poids moyens capsulaires ou des nombres de branches végétatives et fructifères (Tableau 34).

Tableau 35 : poids moyens capsulaires et nombres de branches végétatives et fructifères des plants

	poids moyen capsulaire en g			nombre de branches	
	toutes les capsules récoltées	Capsules récoltées sur les premières positions de branches fructifères		végétatives	fructifères
		1 à 5	6 à 10		
NTA 88 6	3,62	3,52	4,21	1,68	10,02
NTA 93 2	3,74	3,90	4,35	1,27	11,00
NTA 90 5	3,62	3,85	3,33	1,50	10,50
NTA 93 15	3,62	3,74	4,07	1,52	10,02
STAM 59 A	3,33	3,31	3,64	1,22	10,90
Kolondiéba	3,23	3,09	3,72	1,48	9,98
Yanfolila	3,94	4,24	4,12	1,39	10,99
F variété	1,09	1,23	2,13	0,68	1,47
Signification en %	46,91	42,30	24,01	64,11	35,83
F interaction	1,88	1,48	0,83	2,06	0,59
Signification en %	13,19	22,57	51,60	10,36	67,12

## 5 Conclusions et discussions

Au regard des résultats de cette étude, aucune des variétés comparées ne se distinguent très nettement des autres par un comportement meilleur ou moins bon dans les conditions de culture biologique du cotonnier définies par Helvétas. Les caractéristiques de croissance et de fructification de ces variétés sont très voisines et aucune différence variétale importante de comportement vis-à-vis des principaux ravageurs rencontrés n'est apparue.

Pour des caractéristiques qui, dans d'autres conditions de culture, sont souvent considérées comme des avantages deux variétés se distingueraient : STAM 59 A et NTA 93 15. Mais, le démarrage plus précoce de la floraison de la variété STAM 59 A, sa durée de floraison utile

plus longue et son volume de floraison utile plus important n'ont pas constitué, au niveau de la production finale, des atouts particuliers dans ces conditions de culture car ils ont été probablement rééquilibrés par des poids moyens capsulaires généralement plus faibles. Pour la variété NTA 93 15, la part plus importante dans la production finale jouée par les premiers organes fructifères apparus (qui est probablement le principal facteur à l'origine de la précocité habituellement attribuée à cette variété) n'a pas eu de répercussion positive sur les performances de production. Enfin, à l'inverse la variété NTA 93 2 qui présente les plus faibles taux de rétention d'organes fructifères procure les meilleurs résultats de production peut être en raison de taux de capsules entièrement saines souvent plus élevés se traduisant par des poids moyens capsulaires meilleurs.

Du fait de la proximité des comportements des cinq variétés étudiées, cette étude n'a pas permis d'identifier de manière précise des caractéristiques variétales à rechercher pour une culture biologique du cotonnier au Mali. Toutefois au regard de la pression exercée par les jassides et les mirides en fin de campagne, en liaison peut être avec la faible efficacité des mesures de protection mises en œuvre (établie par comparaison visuelle avec des parcelles de cotonniers conduites suivant un itinéraire technique non biologique), des variétés résistantes ou tolérantes vis-à-vis de ces ravageurs mériteraient d'être étudiées dans ces conditions particulières de culture. Par ailleurs, au regard des répartitions de la production, en particulier de l'importance inhabituelle de la production issue des branches végétatives (bien qu'elles soient peu nombreuses par plant), des types variétaux complètement différents dans l'élaboration de leur production (la précocité n'étant pas apparue comme un atout dans cette étude) des variétés qui ont été sélectionnées pour l'itinéraire vulgarisé par la CMDT mériteraient, s'il y en a, d'être étudiés dans les conditions de culture biologique définies par Helvétas.

Toutefois les résultats présentés dans cette étude résultent du comportement de variétés comparées dans deux situations relativement contrastées (en particulier au niveau des potentiels de production). Il pourrait donc être intéressant de la reprendre en appréhendant mieux le comportement de ces variétés dans la diversité des situations rencontrées en culture biologique au Mali afin de pouvoir proposer celle qui apparaîtra la mieux adaptée à cette diversité.

## annexe 1 : opérations culturales

	Yanfolila	Kolondiéba
dessouchage		11/06
labours	1	16/06
	2	17/06
semis	14/06	17/06
resemis		28/06
démariage	11/07	
sarclages	1	11/07
	2	25/07
	3	08/08
	4	17/09
buttage	20/08	
traitements	1	03/08
	2	08/08
	3	17/08
	4	09/09
	5	14/09
	6	21/09
	7	05/10
	8	12/10

## annexe 2 : croissance des cotonniers en cm

	taille en cm à différentes dates en jours après la levée												
	12	19	26	33	40	47	54	61	68	75	82	89	96
NTA 88 - 6	3,4	8,1	14,3	21,5	28,1	40,6	53,4	61,3	64,9	68,7	72,7	73,6	76,5
NTA 93 - 2	2,5	6,4	11,9	17,3	23,0	32,3	41,9	48,0	49,9	53,0	55,3	55,9	58,3
NTA 90 - 5	3,6	8,3	13,7	16,6	26,9	38,0	51,1	58,8	60,7	63,6	66,4	67,7	68,3
NTA 93 - 15	2,9	7,1	12,8	19,4	25,9	36,5	38,2	54,2	55,9	59,8	62,4	63,2	66,9
STAM 59 - A	3,4	7,8	11,4	20,5	27,9	39,6	49,6	55,5	56,7	58,6	61,0	61,7	63,8
F variété	1,19	0,84	0,56	0,82	0,73	0,97	1,38	1,21	1,45	1,60	1,84	1,85	1,67
signification en %	34,69	52,03	59,89	52,72	53,34	44,89	27,71	33,82	25,29	21,32	16,07	15,74	19,65

## annexe 3 : croissance des cotonniers en nombre de nœuds

	nombre de nœuds à différentes dates en jours après la levée												
	12	19	26	33	40	47	54	61	68	75	82	89	96
NTA 88 - 6	1,8	3,7	6,4	9,0	10,4	12,2	13,6	14,5	15,7	16,5	17,2	17,3	18,8
NTA 93 - 2	1,4	3,3	5,9	8,2	9,6	11,4	13,0	13,7	14,4	15,6	18,5	16,5	17,5
NTA 90 - 5	1,8	3,7	6,4	10,4	10,3	11,9	13,7	14,5	15,2	16,3	17,3	17,6	18,7
NTA 93 - 15	1,6	3,3	6,0	8,7	10,3	12,0	18,9	14,1	14,8	15,8	16,8	17,0	18,2
STAM 59 - A	1,7	3,9	7,6	9,2	10,8	12,7	14,2	14,9	15,2	16,5	17,3	17,4	18,5
F variété	1,03	0,84	1,04	0,97	0,86	1,38	0,83	0,95	1,01	0,70	0,43	0,76	0,92
Signification en %	41,49	51,58	41,09	44,46	50,81	27,61	52,34	45,64	42,53	60,36	78,76	56,52	47,34



## annexe 5 : croissance des cotonniers en cm

	taille en cm à différentes dates en jours après la levée												
	13	20	27	34	41	48	55	62	70	76	83	89	97
A	3,6	7,8	12,9	20,4	30,7	39,9	56,8	65,9	76,2	80,4	82,2	82,6	83,1
B	3,8	7,1	12,3	19,2	27,3	37,1	52,6	61,8	73,5	78,3	81,3	81,7	84,0
C	4,8	9,0	15,1	23,5	29,7	46,2	60,0	69,6	79,9	83,2	87,6	90,0	90,7
D	4,3	8,6	14,6	22,9	32,2	42,5	54,4	63,1	74,3	78,6	82,4	84,7	85,1
E	4,7	8,9	14,4	22,6	34,7	45,2	57,8	66,9	77,1	81,0	83,0	84,3	84,9
F variété	52,82	1,99	1,55	1,27	0,26	0,73	0,33	0,30	0,15	0,12	0,16	0,19	0,24
signification en %	5,20	13,45	22,49	31,34	89,65	58,49	85,51	87,27	95,61	97,26	95,55	93,83	91,15

## annexe 6 : croissance des cotonniers en nombre de noeuds

	nombre de noeuds à différentes dates en jours après la levée												
	13	20	27	34	41	48	55	62	70	76	83	89	97
A	2,1	3,5	5,5 a	7,7	9,9	11,0	13,3	14,6	16,4	17,1	17,8	18,0	18,2
B	2,0	3,3	5,4 a	7,5	9,5	10,7	13,3	14,6	16,7	17,6	18,5	18,6	19,1
C	2,0	3,8	6,3 a	8,3	9,6	12,0	13,7	14,8	16,6	17,3	18,6	18,9	19,0
D	2,0	3,6	6,0 a	8,0	9,9	11,4	13,0	14,1	16,2	17,7	17,5	18,0	18,3
E	2,0	3,6	6,3 a	8,4	10,5	12,2	13,7	15,1	17,0	17,7	18,5	18,6	18,9
F variété	0,59	1,49	2,98	2,06	0,34	0,81	0,40	0,44	0,27	0,48	0,54	0,32	0,35
Signification en %	67,89	24,30	4,36	12,32	84,72	53,69	80,95	77,88	89,31	75,21	71,08	86,07	84,35

annexe 8 : taux de rétention des organes fructifères à différentes dates

	taux de rétention des organes fructifères sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10									
	01/08	08/08	15/08	22/08	29/08	06/09	12/09	19/09	25/09	03/10
A	100,0	99,3	99,5	91,0	85,8	82,7	73,0 a	73,0	43,0	38,9
B	100,0	100,0	97,7	97,1	90,8	88,1	76,0 a	75,9	43,6	37,8
C	100,0	98,9	96,2	87,5	83,3	80,2	60,4 a	61,1	36,3	36,1
D	100,0	100,0	97,6	91,0	86,7	85,8	65,5 a	65,6	44,0	40,4
E	80,0	100,0	97,1	88,1	83,0	80,0	61,8 a	62,6	39,0	38,4
F variété				1,98	1,69	1,33	2,95	2,55	0,55	0,35
signification en % Transformation	NA	NA	NA	13,49 bliss	19,06 bliss	29,13 bliss	4,51 bliss	7,06 bliss	70,14 bliss	84,40 bliss



## annexe 9 : croissance des cotonnier en cm

		hauteur en cm à différentes dates après la levée											
Kolondiéba		12	19	26	33	40	47	54	61	68	75	82	89
Yanfolila		13	20	27	34	41	48	55	62	70	76	83	89
		H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
A		3,52	7,96	13,60	20,92	29,43	40,22	55,11	63,64	70,54	74,52	77,42	78,11
B		3,20	6,76	12,26	18,66	25,95	37,02	49,08	56,92	64,01	68,14	70,92	71,48
C		4,21	8,65	14,39	20,01	28,30	42,11	55,57	64,22	70,30	73,42	76,98	78,88
D		3,60	7,83	13,73	21,16	29,07	39,49	46,26	58,65	65,09	69,21	72,37	73,95
E		4,06	8,36	12,88	21,51	28,42	42,39	53,69	61,21	66,89	69,76	71,98	73,03
Kolondiéba		3,15	7,54	12,81	19,04	26,39	37,37	46,83	55,57	57,62	60,74	63,53	64,42
Yanfolila		4,28	8,29	13,93	21,87	30,08	43,12	57,05	66,28	77,11	81,28	84,33	85,76
F variété	4/4	2,69	4,54	0,96	0,64	1,41	1,22	2,56	1,70	0,97	0,70	0,61	0,67
signification en %		18,04	8,71	51,35	66,46	37,39	42,48	19,18	31,00	51,01	63,35	67,67	64,70
F interaction	4/40	0,97	0,43	0,79	1,15	0,39	0,77	0,60	0,59	0,72	0,80	0,93	0,94
signification en %		43,82	78,83	54,25	34,53	81,73	55,24	66,98	67,36	58,36	53,23	45,76	45,37

## annexe 10 : croissance des cotonniers en nombre de noeuds

nombre de noeuds à différentes dates après la levée														
Kolondiéba	12	19	26	33	40	47	54	61	68	75	82	89	96	
Yanfolila	13	20	27	34	41	48	55	62	70	76	83	89	97	
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	
A	1,92	3,59	5,94	8,35	10,13	11,60	13,45	14,51	16,02	16,80	17,47	17,65	18,53	
B	1,67	3,31	5,71	7,95	9,64	11,45	13,29	14,34	15,76	16,83	18,73	17,81	18,53	
C	1,93	3,75	6,33	9,38	9,92	11,92	13,70	14,65	15,88	16,79	17,93	18,22	18,86	
D	1,77	3,42	5,99	8,33	10,10	11,68	15,92	14,10	15,47	16,75	17,14	17,50	18,28	
E	1,85	3,77	6,95	8,79	9,78	12,44	13,95	14,98	16,08	17,10	17,91	18,02	18,67	
Kolondiéba	1,64	3,59	6,44	9,07	10,25	12,03	14,66	14,33	15,05	16,13	17,39	17,16	18,34	
Yanfolila	2,02	3,55	5,93	8,05	9,58	11,61	13,46	14,70	16,63	17,58	18,28	18,52	18,81	
F variété	4/4	2,72	3,21	3,05	2,70	0,25	1,91	0,64	1,61	0,47	0,16	10,09	0,57	0,18
signification en %		17,75	14,28	15,28	17,98	89,60	27,19	66,13	32,78	76,17	94,75	2,54	70,02	93,43
F interaction	4/40	0,52	0,46	0,61	0,57	0,75	0,70	0,99	0,49	0,65	1,00	0,09	0,54	0,84
signification en %		72,50	76,84	66,14	69,16	56,39	59,74	42,43	74,37	63,44	41,97	98,31	71,18	50,87

## annexe 11 : taux de rétention des organes fructifères à différentes dates en jours après la levée

taux de rétention des organes fructifères sur les premières positions des 5 premières branches fructifères										
Kolondiéba		40	47	54	61	68	75	82	89	96
Yanfolila		41	48	55	62	70	76	83	89	97
A		96,54	91,69	87,72	81,30	74,50	59,25	54,17	51,33	48,17
B		99,60	97,36	89,41	82,97	69,67	53,09	46,93	43,06	36,94
C		98,39	94,45	87,83	76,54	63,80	48,78	47,82	46,67	40,41
D		99,02	96,95	92,41	81,90	70,29	53,37	48,19	45,24	43,65
E		96,66	93,65	84,44	77,33	63,08	51,99	49,37	47,38	45,29
Kolondiéba		99,00	96,31	89,66	81,23	64,35	51,15	43,20	43,11	35,93
Yanfolila		97,33	93,59	87,27	78,86	72,20	55,45	55,40	50,38	49,95
F variété	4/4	5,53	0,66	0,56	0,54	1,59	0,72	0,38	0,46	1,06
signification en %		6,48	64,98	70,59	71,74	33,23	62,17	81,38	76,55	47,89
F interaction	4/40	0,32	3,52	3,44	1,89	1,73	2,71	3,39	3,33	3,29
signification en %		86,14	1,50	1,65	12,96	16,03	4,30	1,76	1,89	2,02

## annexe 12 : taux de rétention des organes fructifères à différentes dates en jours après la levée

		taux de rétention des organes fructifères sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10						
Kolondiéba		54	61	68	75	82	89	96
Yanfolila		55	62	70	76	83	89	97
A		96,54	91,69	87,72	81,30	74,50	59,25	54,17
B		99,60	97,36	89,41	82,97	69,67	53,09	46,93
C		98,39	94,45	87,83	76,54	63,80	48,78	47,82
D		99,02	96,95	92,41	81,90	70,29	53,37	48,19
E		96,66	93,65	84,44	77,33	63,08	51,99	49,37
Kolondiéba		99,00	96,31	89,66	81,23	64,35	51,15	43,20
Yanfolila		97,33	93,59	87,27	78,86	72,20	55,45	55,40
F variété	4/4	5,53	0,66	0,56	0,54	1,59	0,72	0,38
signification en %		6,48	64,98	70,59	71,74	33,23	62,17	81,38
F interaction	4/40	0,32	3,52	3,44	1,89	1,73	2,71	3,39
signification en %		86,14	1,50	1,65	12,96	16,03	4,30	1,76

# ETUDE DES INTERACTIONS ENTRE GENOTYPE DE COTONNIER ET DENSITE DE PLANTATION DANS DES CONDITIONS DE CULTURE BIOLOGIQUE AU MALI

## 1 Justification

Dans le cas de semis tardif, il fut montré en 2001, avec la variété vulgarisée (NTA 88 6), que l'augmentation de la densité de plantation procurait des gains de rendement essentiellement dus à la formation d'un plus grand nombre d'organes fructifères par unité de surface avant le pic d'infestation en chenilles carpophages observé en fin de campagne. Cette pratique culturale (augmentation de la densité de plantation) peut donc être considérée comme une mesure de lutte contre les ravageurs du cotonnier. A ce titre elle mérite d'être expérimentée dans les zones d'intervention d'Helvétas qui tente de lancer la culture biologique du cotonnier au Mali.

## 2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude est de vérifier dans le cas de semis tardifs et dans les conditions de culture définies par Helvétas l'intérêt de l'augmentation de la densité de plantation. Le second objectif fut d'évaluer les avantages réciproques d'une variété précoce (NTA 93-15) et d'une variété tardive (NTA 93-2) dans des conditions de semis très denses et de conduite particulière de la culture.

## 3 Matériels et méthodes

### 3.1 facteurs, modalités, dispositif statistique, dimensions des parcelles

Cette étude a été implantée sur deux sites : Kolondiéba et Yanfolila. Au niveau de chaque site, dans un dispositif factoriel à 6 répétitions, les deux variétés, NTA 93-15 et NTA 93-2, ont été étudiées avec trois densités de plantation : 4,17 plants par m<sup>2</sup> (D1 : 0,8 m x 0,3 m x 1 plant par poquet), 8,33 plants par m<sup>2</sup> (D2 : 0,8 m x 0,3 m x 2 plants par poquet) et 16,67 plants par m<sup>2</sup> (D3 : 0,4 m x 0,3 m x 2 plants par poquet).

Les parcelles pour les deux premières densités comprenaient 4 lignes de 10 mètres alors que celles semées les plus denses (D3) en comprenaient 8.

### 3.2 conditions de culture

A l'exception des densités de plantation et de la date de semis fixée à la première décade de juillet, les pratiques culturales (préparation du sol, fertilisation organique, pratiques phytosanitaires, etc) qui ont été appliquées dans chaque essai furent celles développées par Helvetas pour la culture biologique du cotonnier dans ses deux zones d'intervention (annexe 1).

### 3.3 observations

#### 3.3.1 levée des plantules

Le long d'une des 2 lignes centrales de chaque parcelle élémentaire, à partir du 3<sup>ème</sup> jour après le semis la levée des cotonniers a été observée (plantules et poquets) pendant 10 jours consécutifs.

### 3.3.2 suivi de la croissance et de la fructification des cotonniers

Sur la même ligne centrale de chaque parcelle, 10 plants (à raison de 1 plant par poquet) ont été examinés chaque semaine à partir du 15<sup>ème</sup> jour après la levée. Ces plants ont été préalablement marqués. Pour chaque cotonnier, le numéro du nœud de la première branche fructifère a été relevé ainsi que le nombre total de nœuds formés sur la tige principale. La hauteur de chaque cotonnier, à partir du nœud cotylédonaire, a également été notée. Enfin, on a indiqué pour chaque branche fructifère (de la 1<sup>ère</sup> à la 10<sup>ème</sup>) de chaque cotonnier la nature de l'organe fructifère présent en première position.

### 3.3.3 suivi de la floraison

Sur la deuxième ligne centrale de chaque parcelle, tous les jours à partir du 40<sup>ème</sup> jour après la levée, les fleurs épanouies ont été dénombrées.

### 3.3.4 NAWF

A deux dates successives au niveau de 10 cotonniers par parcelle présentant une fleur épanouie en première position de branche fructifère, les nombres de nœuds au-dessus de cette branche ont été relevés.

### 3.3.5 ravageurs

Chaque semaine en cours de campagne (à partir du 30<sup>ème</sup> jour après la levée), cette observation a concerné les insectes piqueurs suceurs et les chenilles d'*Helicoverpa armigera* (Hübner), de *Diparopsis watersi* (Rotschild), d'*Earias* sp, de *Spodoptera littoralis* (Fabricius), de *Syllepte derogata* (Fabricius) et d' *Anomis flava* (Fabricius). Les chenilles ont été dénombrées sur 10 cotonniers de la deuxième ligne centrale de chaque parcelle alors que seule la présence ou l'absence de ravageurs piqueurs-suceurs tels que les jassides, les pucerons, les mirides et les aleurodes sur ces mêmes cotonniers fut relevée.

### 3.3.6 production et examen de la production

Dans chaque parcelle sur la ligne centrale ayant servi au suivi de la croissance et de la fructification de cotonniers, un tronçon de ligne de 3,0 mètres pour la plus faible densité de plantation et 1,5 mètre pour les deux autres densités de plantation a été délimité. Après l'ouverture de toutes les capsules, tous les plants présents dans ces tronçons ont été examinés. Pour chaque plant on a noté l'occupation des sites fructifères des 20 premières branches fructifères sur les quatre premières positions successives de chaque branche en distinguant : les capsules entièrement saines, les capsules partiellement saines, les capsules pourries et les capsules momifiées. Pour chaque branche végétative présente sur ces plants les nombres de capsules appartenant à chacune de ces quatre catégories ont été relevés.

La récolte du coton graine produit par ces cotonniers a ensuite distingué les productions des premières positions des branches fructifères (de la première à la quinzième par groupe de 5 branches fructifères successives), la production des branches végétatives et enfin la production de toutes les autres positions fructifères.

Pour l'estimation des rendements, le coton-graine produit par une ligne centrale de chaque parcelle a été récolté et pesé.

Enfin un examen complet de 5 plants pris au hasard sur une ligne par parcelle a été réalisé. Cet examen a enregistré par plant les nombres de branches fructifères, de branches végétatives, de positions fructifères apparues et de capsules récoltées par branche (en distinguant les types).

## 4 Résultats

### 4.1 Essai de Yanfolila

Entre le 10 et le 11 juillet suivant les parcelles, 50 % des poquets étaient levés. Pour les plantules les 50 % de levées ont été atteints le 11 ou le 12 juillet. Par rapport à ces dates, la date d'apparition de la première fleur est plus précoce pour la variété NTA 93 15 que pour la variété NTA 93 2 mais moins de trois jours séparent les deux variétés pour ce critère (Tableau 1). D'autre part, cette différence n'est pas liée à une apparition plus précoce de la première branche fructifère. Enfin, l'augmentation de la densité de plantation a pu retarder le démarrage de la floraison mais cet effet n'est significatif qu'à 10,3 %.

Tableau 1 : caractéristiques du début du cycle fructifère

		numéro du nœud de la première branche fructifère	date de début de floraison en jours après la levée
NTA 93 15		6,59	50,11 a
NTA 93 2		6,61	52,89 b
D1		6,62	50,04
D2		6,71	51,83
D3		6,47	52,63
NTA 93 15	D1	6,57	48,83
	D2	6,74	51,42
	D3	6,47	50,08
NTA 93 2	D1	6,68	51,25
	D2	6,68	52,25
	D3	6,46	55,17
F variété		0,01	8,18
Signification en %		93,25	0,82
F densité		1,17	2,47
Signification en %		32,87	10,28
F interaction		0,16	1,63
Signification en %		85,46	21,49

Il n'a pas été possible de calculer pour chaque parcelle la durée de la période utile de la floraison: période entre la date du début de la floraison et la date à laquelle la valeur du critère NAWF est égale à 5. Ce calcul a donc été entrepris au niveau de chaque modalité croisée de l'essai avec la moyenne de leurs six parcelles. Il montre une différence entre les variétés (la variété la plus précoce ayant la durée de floraison utile la plus longue) mais indique surtout un raccourcissement de la durée de la floraison utile avec une augmentation de la densité de plantation (Tableau 2). Les autres caractéristiques de cette floraison sont données dans le tableau 3.

Tableau 2 : durée de la floraison utile

		Durée de la floraison utile en jours
NTA 93 15		17,4
NTA 93 2		14,8
D1		21,0
D2		16,2
D3		11,1
NTA 93 15	D1	22,6
	D2	16,8
	D3	12,8
NTA 93 2	D1	19,4
	D2	15,5
	D3	9,5

Tableau 3 : caractéristiques de la floraison utile

		Volume de la floraison utile Nombre de fleurs		date (en jours après le début de la floraison) d'atteinte d'un volume de floraison utile de		
		par ligne	pour 8 m <sup>2</sup>	25 %	50 %	75 %
NTA 93 15		96,06 a	115,44 a	8,44 a	12,06 a	14,94 a
NTA 93 2		66,67 b	76,17 b	6,72 b	9,94 b	12,56 b
D1		103,50 a	103,50	10,67 a	15,53 a	18,33 a
D2		97,25 a	97,25	7,17 b	10,67 b	14,17 b
D3		43,33 b	86,67	4,92 c	7,00 c	8,85 c
NTA 93 15	D1	114,33	114,33	11,67	16,33	19,67
	D2	115,67	115,67	7,50	11,50	15,00
	D3	58,17	116,33	6,17	8,33	10,17
NTA 93 2	D1	92,67	92,67	9,67	14,33	17,00
	D2	78,83	78,83	6,83	9,83	13,33
	D3	28,50	57,00	3,67	5,67	7,33
F variété		7,29	10,24	4,90	4,96	5,58
Signification en %		1,18	0,37	3,45	3,35	2,50
F densité		12,32	0,64	18,49	25,86	30,13
Signification en %		0,02	54,00	0,00	0,00	0,00
F interaction		0,16	0,79	0,49	0,10	0,13
Signification en %		85,21	46,63	62,10	90,83	87,89

La variété NTA 93 15, qui à la fois est plus précoce et présente une durée de floraison la plus longue, produit significativement plus de fleurs par plant ou par unité de surface. L'augmentation de la densité de plantation réduit significativement la production de fleurs par plant mais pas par unité de surface. Compte tenu de durées de floraison utile différentes, des effets des facteurs étudiés sont observés dans les dates d'atteinte de certains niveaux de la floraison utile par rapport au début de la floraison (Tableau 3). Lorsque ces dates sont pondérées par les durées de floraison utile, l'effet variétal disparaît presque mais par contre l'augmentation de la densité de plantation pourrait regrouper la floraison (Tableau 4).



Tableau 4 : regroupement de la floraison utile

		date d'atteinte de certains volumes de la floraison utile en % de la durée de celle-ci		
		25 %	50 %	75 %
NTA 93 15		48,5	69,3	85,9
NTA 93 2		45,4	67,2	84,9
D1		50,8	74,0	87,3
D2		44,3	65,9	87,5
D3		44,3	63,1	79,7
NTA 93 15	D1	51,6	72,3	87,0
	D2	44,6	68,5	89,3
	D3	48,2	65,1	79,5
NTA 93 2	D1	49,8	73,9	87,6
	D2	44,1	63,4	86,0
	D3	38,6	59,7	77,2

Dans la croissance des cotonniers en cm on observe un effet variétal en faveur de la variété NTA 93 15 qui se développe plus vite (annexe 2). L'effet de l'augmentation de la densité apparaît tardivement en ne réduisant la taille des cotonniers de manière significative que pour la plus forte densité de plantation (annexe 2). Ces effets pourraient être dus en partie à une formation plus lente des nœuds sur la tige principale avec l'augmentation de la densité de plantation (effet qui se manifeste tardivement) et la variété NTA 93 2 (annexe 3).

A l'exception de pic d'infestations de moyenne importance pour *S. derogata* et pour les pucerons vers la fin août, les populations de ravageurs commencent à croître surtout après la mi-septembre comme l'illustrent les figures 1 à 3. Elles sont relativement fortes pour la plupart des ravageurs au cours du mois d'octobre. Les différences significatives apparues dans les infestations de ravageurs ne concernent que quelques insectes piqueurs suceurs (Tableaux 5 et 6). Avec de faibles écarts, elles montrent un meilleur comportement de la variété NTA 93 2 par rapport à la variété NTA 93 15 vis-à-vis des jassides et des mirides, l'inverse étant observé vis-à-vis des pucerons. Les caractères variétaux de la variété NTA 93 2 qui pourraient conférer une relative résistance aux jassides et aux mirides pourraient être favorables au développement des populations d'aphides à moins que le seul effet d'une réduction des infestations de jassides et de mirides libère une niche écologique pour le développement des pucerons. Par ailleurs, une diminution significative des infestations de jassides et de pucerons est notée avec une augmentation de la densité de plantation sans interaction significative avec les variétés étudiées (Tableau 6).

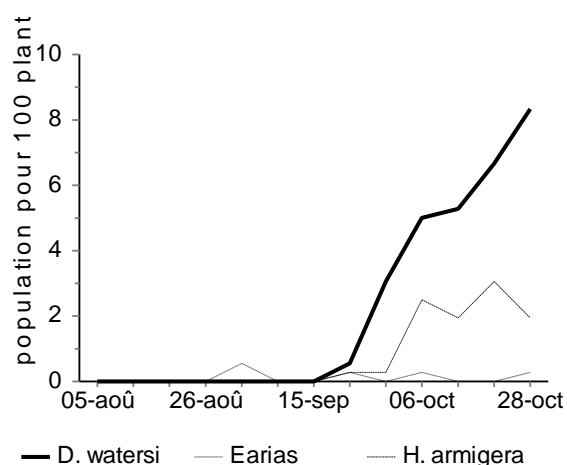


Figure 1 : dynamique des infestations de chenilles carpophages

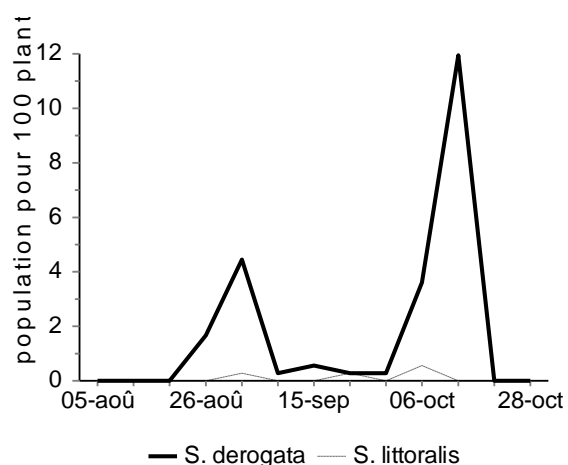


Figure 2 : dynamique des infestations de chenilles phyllophages

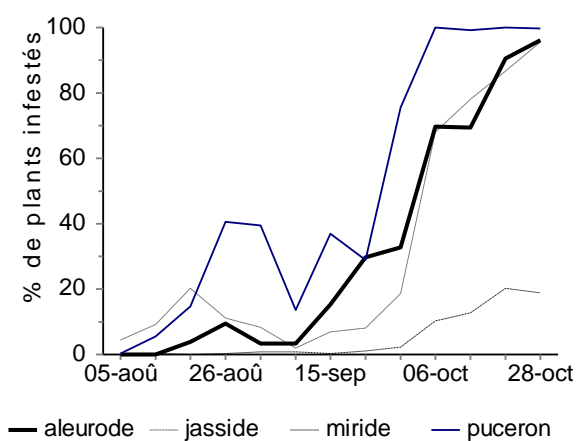


Figure 3 : dynamique des infestations de piqueurs suceurs

Tableau 5 : infestation moyenne par observation

		populations pour 100 plants				
		D. watersi	Earias	H armigera	S. derogata	S. littoralis
NTA 93 15		1,5	0,1	0,6	1,5	0,0
NTA 93 2		2,9	0,1	1,0	2,1	0,1
D1		2,9	0,1	0,8	4,3	0,1
D2		2,3	0,2	1,0	0,8	0,2
D3		1,5	0,1	0,5	0,3	0,0
NTA 93 15	D1	1,7	0,0	0,8	2,6	0,1 a
	D2	1,2	0,1	0,6	1,4	0,0 a
	D3	1,7	0,1	0,3	0,5	0,0 a
NTA 93 2	D1	4,1	0,1	0,9	6,0	0,0 a
	D2	3,5	0,3	1,3	0,1	0,4 a
	D3	1,3	0,0	0,8	0,0	0,0 a
F variété		3,09	0,21	1,83	0,08	1,32
Signification en %		8,75	65,73	18,56	77,68	26,15
F densité		0,92	0,83	0,71	1,66	2,30
Signification en %		41,57	45,24	50,42	20,91	11,90
F interaction		1,38	0,83	0,24	0,56	4,28
Signification en %		27,05	45,24	79,28	58,53	2,48
Transformation		log				

Tableau 6 : infestations moyenne par observation

		% de plants infestés			
		aleurode	Jasside	miride	Puceron
NTA 93 15		32,64	33,51 b	6,57 b	48,41a
NTA 93 2		32,28	30,54 a	2,32 a	52,30 b
D1		33,06	34,58 b	4,88	56,20 c
D2		33,26	32,52 b	4,57	49,74 b
D3		31,08	29,01 a	3,22	45,12 a
NTA 93 15	D1	33,74	37,38	6,66	54,38
	D2	33,29	34,20	7,63	47,05
	D3	30,91	29,06	5,51	43,82
NTA 93 2	D1	32,39	31,84	3,37	58,01
	D2	33,23	30,88	2,26	52,44
	D3	31,24	28,95	1,51	46,41
F variété		0,04	6,15	10,44	5,57
Signification en %		83,60	1,94	0,35	2,52
F densité		0,61	7,51	0,64	15,30
Signification en %		55,37	0,29	54,21	0,01
F interaction		0,08	1,68	0,23	0,25
Signification en %		92,38	20,46	80,22	78,53
Transformation		bliss	bliss	bliss	Bliss

Les taux de rétention des organes fructifères ne chutent régulièrement qu'à partir du début du mois de septembre pour les cinq premières branches fructifères et considérablement à partir de la dernière semaine de septembre pour les branches fructifères 6 à 10 au moment où les infestations de ravageurs sont élevées (figure 4).

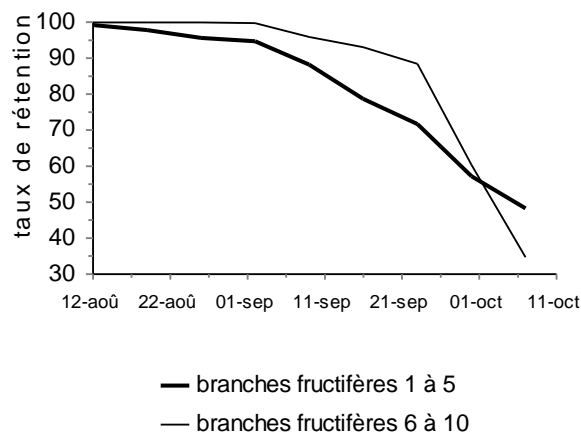


Figure 4 : évolution moyenne des taux de rétention des premières positions de branches fructifères

Aucun effet variétal significatif n'est observé dans l'évolution des taux de rétention des organes fructifères. L'effet de la densité de plantation ne se manifeste significativement qu'en fin de campagne et pour les branches fructifères 6 à 10 (annexes 4 et 5) : plus la densité augmente moins forts sont les taux de rétention.

En considérant que seules les capsules entièrement et partiellement saines ont produit du coton-graine récoltable, la production de capsules par plant est plus élevée avec la plus faible densité (Tableau 7). Exception faite des premières positions des cinq premières branches fructifères et des branches fructifères 11 à 15, cette tendance est observée de manière significative pour toutes les autres positions. La production supérieure de capsules par plant notée pour la variété NTA 93 15 ne semble essentiellement due qu'aux premières positions des cinq premières branches fructifères.

La production moyenne de cette étude est satisfaisante compte tenu de la date de semis puisqu'elle atteint 972,1 kg/ha. Seul un effet positif et significatif de l'augmentation de la densité est observé. Toutefois il ne montre de supériorité que pour la plus forte densité (Tableau 8). La répartition de la production est essentiellement fonction de la densité de plantation (Tableau 6) : plus de 80 % de la production est assuré par les premières positions des cinq premières branches fructifères pour les deux plus fortes densités de plantation et seulement 52,3 % pour la plus faible densité de plantation. La production des branches végétatives quasiment inexistante pour les deux plus fortes densités de plantation contribue pour 15,6 % de la production totale avec la plus faible densité de plantation. Aucun effet variétal n'est observé dans ces résultats de production (performances et répartition) et aucune interaction significative n'est apparue.

Tableau 7 : production de capsules récoltables par plant

		Nombre de capsules récoltées par plant					
		ensemble du plant	branches fructifères			branches végétatives	
			Premières positions		toutes autres positions		
			Branches fructifères				
			1 à 5	6 à 10			11 à 15
NTA 93 15		4,54 a	2,44 a	0,62	0,04	1,00	0,44
NTA 93 2		3,48 b	1,98 b	0,39	0,02	0,72	0,37
D1		5,47 a	2,21	0,74 a	0,05	1,55 a	0,93 a
D2		3,48 b	2,42	0,37 a	0,04	0,48 b	0,18 b
D3		3,07 b	2,00	0,40 a	0,00	0,56 b	0,11 b
NTA 93 15	D1	5,82	2,34	0,69	0,04	1,71	1,05
	D2	3,08	2,69	0,54	0,08	0,62	0,16
	D3	3,70	2,31	0,61	0,00	0,68	0,10
NTA 93 2	D1	5,13	2,09	0,79	0,05	0,39	0,81
	D2	2,88	2,16	0,19	0,00	0,34	0,20
	D3	2,44	1,69	0,19	0,00	0,45	0,11
F variété		9,13	11,86	3,21	1,05	2,76	0,26
Signification en %		0,57	0,21	8,19	31,56	10,55	62,22
F densité		18,17	3,27	3,59	1,94	17,04	16,76
Signification en %		0,00	5,38	4,19	16,36	0,00	0,00
F interaction		0,27	0,69	1,63	2,13	0,02	0,47
Signification en %		77,22	51,35	21,42	13,81	97,72	63,37

Tableau 8 : effets des facteurs étudiés sur la production et sa répartition

		part (en %) de la production issue des			rendement en kg/ha	
		Premières positions des branches fructifères		branches végétatives		
		1 à 5	6 à 10			11 à 15
NTA 93 15		73.57	4.78	0.01	4.19	1028,4
NTA 93 2		79.80	3.42	0.03	3.43	915,8
D1		52.46 b	8.43	0.07	14.18 a	548,4 b
D2		84.53 a	1.95	0.00	1.49 b	705,2 b
D3		88.63 a	3.04	0.02	0.64 b	1612,7 a
NTA 93 15	D1	51.90	6.80	0.00	15.66	610,9
	D2	81.48	2.31	0.00	1.46	699,3
	D3	84.21	5.89	0.06	0.81	1775,0
NTA 93 2	D1	53.02	10.23	0.29	12.77	585,9
	D2	87.36	1.62	0.00	1.52	711,0
	D3	92.38	1.10	0.00	0.49	1450,4
F variété		1,24	0,32	0,52	0,22	1,75
Signification en %		25,78	58,10	48,39	64,84	19,46
F densité		15,39	2,39	1,37	20,41	57,28
Signification en %		0,01	11,04	27,32	0,00	0,00
F interaction		0,27	0,93	3,06	0,09	1,57
Signification en %		77,17	40,87	6,36	91,54	22,70
transformation		bliss	Bliss	Bliss	bliss	

Les résultats des deux derniers tableaux (Tableaux 7 et 8) pourraient apparaître contradictoires mais lorsque l'on considère les productions de capsules récoltables par unité de surface (Tableau 9), les effets positifs de l'augmentation de la densité de plantation sur la production de coton-graine sont plus compréhensibles.

Tableau 9 : productions de capsules par m<sup>2</sup>

		nombre de capsules récoltées par m²					
		ensemble des plants	branches fructifères			toutes autres positions	branches végétatives
			premières positions branches fructifères				
			1 à 5	6 à 10	11 à 15		
NTA 93 15		31,67 a	18,47 a	4,47	0,23	6,27	2,22
NTA 93 2		23,73 b	14,95 b	2,29	0,07	4,44	1,97
D1		21,28 b	8,68 c	2,85	0,17	6,01	3,58 a
D2		25,14 b	17,57 b	2,57	0,28	3,40	1,32 b
D3		36,67 a	23,89 a	4,72	0,00	6,67	1,39 b
NTA 93 15	D1	22,92	9,17	2,71	0,14	6,74	4,17
	D2	28,75	19,03	3,75	0,56	4,31	1,11
	D3	43,33	27,22	6,94	0,00	7,78	1,39
NTA 93 2	D1	19,65	8,19	2,99	0,21	5,28	2,99
	D2	21,53	16,11	1,39	0,00	2,50	1,53
	D3	30,00	20,56	2,50	0,00	5,56	1,39
F variété		5,10	5,38	2,53	2,17	1,21	0,15
Signification en %		3,13	2,75	12,56	14,98	28,21	69,94
F densité		6,91	33,82	0,98	2,17	1,44	5,22
Signification en %		0,42	0,00	39,25	13,36	25,63	1,26
F interaction		0,69	1,21	1,00	3,23	0,02	0,54
Signification en %		51,33	31,45	38,49	5,54	98,33	59,22

Dans les taux de capsules entièrement saines aucun effet des facteurs étudiés n'est mis en évidence quelles que soient les positions fructifères considérées (Tableau 10) même si on note en général une baisse de ces taux lorsque la densité de plantation augmente. Pour les taux de rétention des organes fructifères à la récolte on observe de meilleurs résultats pour la variété NTA 93 15 surtout marqués pour les premières positions apparues (Tableau 11). L'absence d'effet de l'augmentation de la densité de plantation qui en général entraîne une baisse des taux de rétention des organes fructifères (elle s'observe pour les premières positions des branches fructifères 6 à 10 mais de manière non significative) pourraient résulter d'une production de sites fructifères beaucoup plus élevée lorsque la densité de plantation diminue avec des organes fructifères qui chutent en plus grande proportion du fait des conditions de semis tardif de cette étude. Dans les poids moyens capsulaires on observe des valeurs significativement plus fortes pour la variété NTA 93 2 qui lui permettent certainement de rattraper la variété NTA 93 15 en production finale. L'augmentation de la densité de plantation réduit significativement le poids moyen des capsules dès les premiers organes formés (Tableau 12). Enfin, fort logiquement à la récolte on note une diminution significative du nombre de branches fructifères et de branches végétatives par plant lorsque la densité de plantation augmente (Tableau 12)

Tableau 10 : taux de capsules entièrement saines

		taux de capsules entièrement saines				
		Ensemble De la Production	Production des branches fructifères		production des branches végétatives	
			Premières positions Branches fructifères	toutes positions autres que premières		
			1 à 5	6 à 10		
NTA 93 15		66,46	72,76	42,79	61,33	62,54
NTA 93 2		60,74	72,01	23,49	46,32	43,58
D1		65,04	77,58	39,56	59,12	65,09
D2		64,10	71,30	36,94	56,18	63,54
D3		61,71	68,00	22,92	46,17	30,56
NTA 93 15	D1	70,43	78,94	39,12	71,06	70,95
	D2	61,35	68,62	50,56	49,44	66,67
	D3	67,43	70,37	38,69	63,48	50,00
NTA 93 2	D1	59,44	76,20	40,00	47,18	59,23
	D2	66,81	73,93	23,33	62,92	60,42
	D3	55,82	65,58	7,14	28,86	11,11
F variété		3,40	0,03	NA	NA	NA
Signification en %		7,70	84,79			
F densité		0,41	1,97			
Signification en %		67,41	15,88			
F interaction		3,26	0,57			
Signification en %		5,40	58,00			
Transformation		bliss	bliss			

Tableau 11 : taux de rétention des organes fructifères à la récolte

		taux de rétention en %				
		ensemble des Positions	branches fructifères			
			Toutes Positions	premières positions branches fructifères		
				1 à 5	6 à 10	11 à 15
NTA 93 15		43,20 a	35,36 a	52,70 a	18,25	12,74
NTA 93 2		34,00 b	28,29 b	44,41 b	12,14	4,88
D1		42,83	26,94	47,89	22,69	8,89
D2		36,91	33,51	52,09	12,44	9,20
D3		35,98	35,03	45,71	11,05	8,33
NTA 93 15	D1	46,08	28,29	49,41	21,06	3,16
	D2	44,43	39,20	57,29	17,99	18,39
	D3	39,14	38,87	51,41	15,85	16,67
NTA 93 2	D1	39,62	25,62	46,36	24,37	14,63
	D2	29,70	28,07	46,88	7,78	0,00
	D3	32,88	31,29	40,05	7,03	0,00
F variété		8,79	6,43	7,51	2,04	NA
Signification en %		0,65	1,71	1,08	16,24	
F densité		1,89	3,23	1,53	2,71	
Signification en %		16,97	5,54	23,53	8,45	
F interaction		0,84	0,72	0,76	1,09	
Signification en %		44,53	49,85	48,28	35,22	
transformation		Bliss	Bliss	bliss	bliss	

Tableau 12 : autres caractéristiques à la récolte

		Poids moyen capsulaire en grammes		nombre de branches	
		Toutes les capsules récoltées	capsules en première position branches fructifères 1 à 5	Fructifères	végétatives
NTA 93 15		3,38 b	3,92 b	7,61	1,41
NTA 93 2		3,73 a	4,31 a	7,52	1,50
D1		3,86 a	4,66 a	8,78 a	1,88 a
D2		3,37 b	3,89 b	7,33 ab	1,47 ab
D3		3,43 b	3,81 b	6,58 b	1,02 b
NTA 93 15	D1	3,70	4,36	8,53	1,77
	D2	3,15	3,80	7,93	1,57
	D3	3,29	3,61	6,37	0,90
NTA 93 2	D1	4,03	4,96	9,03	2,00
	D2	3,59	3,98	6,73	1,37
	D3	3,57	4,00	6,80	1,13
F variété		10,88	4,58	0,02	0,12
Signification en %		0,30	4,02	88,30	73,04
F densité		8,50	8,98	4,28	3,83
Signification en %		0,16	0,12	2,49	3,47
F interaction		0,17	0,42	79,00	0,32
Signification en %		84,87	66,72	46,74	73,38

#### 4,2 Essai de Kolondiéba

La date de levée de cet essai est comparable à celle de l'essai précédent. En effet la majorité des parcelles a connu 50 % de levée entre le 10 et le 11 juillet en ce qui concerne les poquets. Cela est également vrai en ce qui concerne les plantules à l'exception de quatre parcelles qui connurent des levées plus tardives avec 50 % de plantules levées atteints entre le 12 et le 17 juillet. Dans le démarrage du cycle fructifère (numéro du nœud de la première branche fructifère et date de début de floraison en jours après la levée) les différences entre les deux lieux sont extrêmement faibles (tableau 13) mais à Kolondiéba aucune différence variétale significative n'est apparue. Une seule observation concernant le critère NAWF ayant été réalisée et les dernières observations sur la croissance et la fructification des cotonniers ayant donné trop peu de valeurs pour ce critère, la date à laquelle ce critère était égal à 5, calculée pour l'ensemble de l'essai, a été fixée au 30 septembre. Les analyses des caractéristiques de la floraison utile montrent que l'augmentation de la densité de plantation en diminue le volume par plant mais l'augmente par unité de surface (Tableau 14). D'autre part, l'augmentation de la densité de plantation regrouperait cette floraison (Tableaux 14 et 15).



Tableau 13 : caractéristiques du début du cycle fructifère

		numéro du nœud de la première branche fructifère	date de début de floraison en jours après la levée
NTA 93 15		6,45	49,0
NTA 93 2		6,38	50,0
D1		6,42	49,8
D2		6,44	49,2
D3		6,38	49,5
NTA 93 15	D1	6,48	50,1
	D2	6,54	48,0
	D3	6,32	49,0
NTA 93 2	D1	6,35	49,6
	D2	6,33	50,4
	D3	6,44	50,1
F variété		0,36	2,46
Signification en %		55,98	12,59
F densité		0,08	0,32
Signification en %		92,38	73,30
F interaction		0,70	1,75
Signification en %		51,22	19,37

Tableau 14 : caractéristiques de la floraison

		volume de la floraison nombre de fleurs		date (en jours après le début de floraison) d'atteinte d'un volume de floraison de		
		Par ligne	Pour 8 m <sup>2</sup>	25 %	50 %	75 %
NTA 93 15		244,4	307,2	11,3	16,2	20,4
NTA 93 2		220,9	276,7	11,2	15,6	20,1
D1		244,1 a	244,1 b	11,9 a	16,5	20,7
D2		275,9 a	275,9 b	11,5ab	16,1	20,3
D3		177,9 b	355,8 a	10,3 b	15,2	19,8
NTA 93 15	D1	257,0	257,0	11,5	16,3	20,5
	D2	287,7	287,7	12,2	17,0	21,0
	D3	188,5	377,0	10,3	15,3	19,8
NTA 93 2	D1	231,2	231,2	12,3	16,7	20,8
	D2	264,2	264,2	10,8	15,2	19,5
	D3	167,3	334,7	10,3	15,0	19,8
F variété		2,63	3,00	0,11	1,39	0,44
Signification en %		11,38	9,22	73,90	24,75	52,07
F densité		15,86	14,19	3,64	2,32	0,67
Signification en %		0,00	0,01	4,03	11,76	52,45
F interaction		0,01	0,11	1,61	1,53	0,92
Signification en %		99,00	89,35	21,84	23,45	41,33

Tableau 15 : regroupement de la floraison utile

		date d'atteinte de certains volumes de la floraison utile en % de la durée de celle-ci		
		25 %	50 %	75 %
NTA 93 15		35,50	51,01	64,20
NTA 93 2		35,71	49,96	64,19
D1		37,82	52,49	65,75
D2		36,24	50,78	63,92
D3		32,76	48,19	62,90
NTA 93 15	D1	36,85	52,42	65,77
	D2	37,39	52,33	64,55
	D3	32,27	48,28	62,28
NTA 93 2	D1	38,79	52,57	65,74
	D2	35,09	49,22	63,30
	D3	33,25	48,10	63,52

A l'inverse de Yanfolila on n'observe pas de différence entre les deux variétés pour leur croissance en cm mais on note comme à Yanfolila une diminution de la taille des cotonniers lorsque la densité de plantation augmente. Cet effet apparaît beaucoup plus tôt au 49<sup>ème</sup> jour après la levée (annexe 6). Comme à Yanfolila cet effet pourrait être dû à un ralentissement de la formation des nœuds sur la tige principale des cotonniers (annexe 7).

Les infestations des principaux insectes piqueurs suceurs sont restées beaucoup plus discrètes qu'à Yanfolila (Figure 7). Celles de chenilles carpophages, qui présentent des niveaux d'infestations un peu plus faibles qu'à Yanfolila, se distinguent surtout par une importance plus grande d' *H. armigera* alors qu'à Yanfolila *D. watersi* jouait ce rôle (Figure 5). Pour *S. derogata* les niveaux d'infestations et les dynamiques sont comparables à ceux observés à Yanfolila (Figure 6).

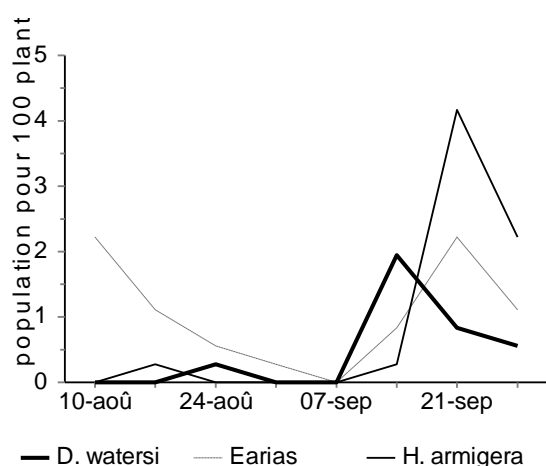


Figure 5 : dynamique des infestations de chenilles carpophages

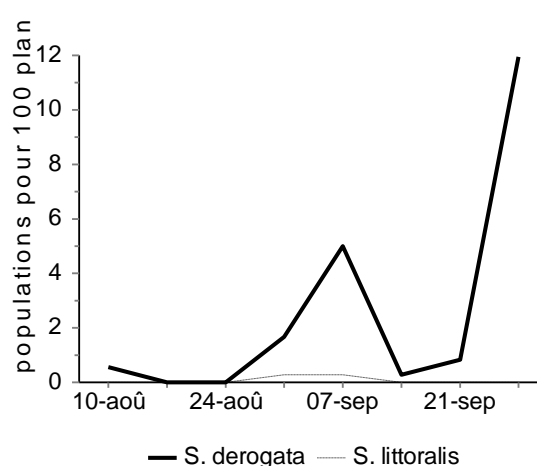


Figure 6 : dynamique des infestations de chenilles phyllophages

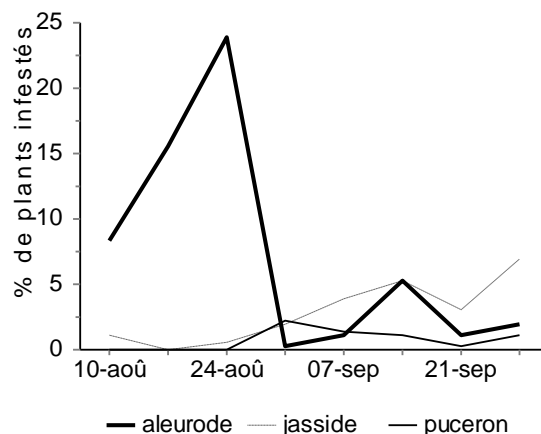


Figure 7 : dynamique des infestations de piqueurs suceurs

Trois différences variétales significatives sont notées : en faveur de la variété NTA 93 15 pour les infestations de *S. derogata* (Tableau 16) et en faveur de la variété NTA 93 2 pour les infestations de jassides et de pucerons (Tableau 17). Ce résultat vis-à-vis des aphides est à l'opposé de celui obtenu à Yanfolila. L'augmentation de la densité de plantation permettrait de diminuer les infestations d'*H. armigera* (Tableau 16) et celles de jassides (Tableau 17), comme dans l'essai de Yanfolila. Mais à l'inverse de Yanfolila celles de pucerons seraient accrues (Tableau 17) surtout si l'augmentation du nombre de plants est obtenue sur la ligne de semis (démariage à 2 plants par poquet).

Tableau 16 : infestation moyenne par observation

		populations pour 100 plants				
		D. watersi	Earias	H armigera	S. derogata	S. littoralis
NTA 93 15		0,35	0,90	0,56	0,14 a	0,00
NTA 93 2		0,56	1,18	1,18	4,93 a	0,14
D1		0,73	0,94	1,46 b	2,60	0,00
D2		0,31	1,25	0,73 ab	4,27	0,10
D3		0,31	0,94	0,42 a	0,73	0,10
NTA 93 15	D1	0,83	1,04	0,83	0,42	0,00
	D2	0,21	1,04	0,63	0,00	0,00
	D3	0,00	0,63	0,21	0,00	0,00
NTA 93 2	D1	0,63	0,83	2,08	4,79	0,00
	D2	0,42	1,46	0,83	8,54	0,21
	D3	0,63	1,25	0,63	1,46	0,21
F variété		0,60	0,45	3,66	4,16	1,92
Signification en %		45,04	51,51	6,42	4,96	17,46
F densité		1,07	0,25	3,57	0,76	0,48
Signification en %		35,87	78,10	4,24	48,25	62,91
F interaction		0,80	0,37	0,95	0,77	0,48
Signification en %		46,21	70,18	40,27	47,93	62,91

Tableau 17 : infestation moyenne par observation

		% de plants infestés		
		aleurode	jasside	puceron
NTA 93 15		5,12	3,47 b	0,64 b
NTA 93 2		6,70	0,64 a	0,09 a
D1		6,21	2,34 a	0,12 a
D2		7,88	2,60 a	0,78 b
D3		4,11	0,74 a	0,17 a
NTA 93 15	D1	4,32	2,96 a	0,49
	D2	6,89	7,00 b	0,78
	D3	4,34	1,47 a	0,68
NTA 93 2	D1	8,41	1,78 a	0,00
	D2	8,93	0,31 a	0,78
	D3	3,49	0,26 a	0,00
F variété		0,62	17,18	8,43
Signification en %		44,38	0,04	0,75
F densité		1,37	3,41	3,74
Signification en %		27,09	4,79	3,72
F interaction		0,53	4,21	2,15
Signification en %		59,92	2,61	13,56
transformation		bliss	bliss	bliss

Dans les taux de rétention des organes fructifères sur les premières positions de chaque branche fructifères aucun effet significatif des facteurs étudiés n'a pu être mis en évidence (annexes 8 et 9). On notera simplement que ces taux de rétention chutent considérablement à partir de la mi septembre au moment où les infestations de chenilles carpophages croissent (Figure 8).

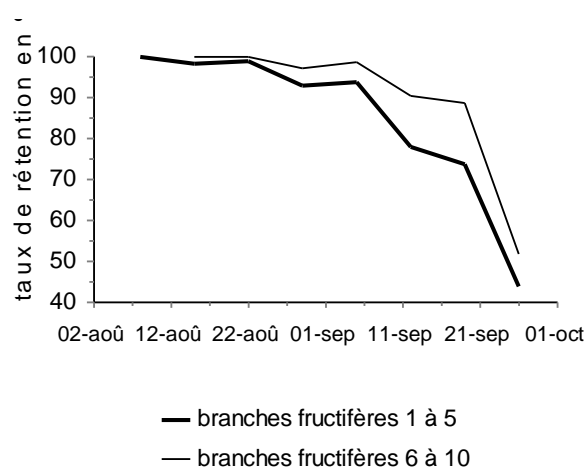


Figure 8 : évolution des taux de rétention moyens pour les premières positions des branches fructifères

Comme dans l'étude de Yanfolila, la charge en capsules récoltables par plant diminue avec une augmentation de la densité de plantation (Tableau 18). Cette diminution affecte peu les premières positions de branches fructifères de la 1<sup>ière</sup> à la 15<sup>ième</sup> et porte principalement sur les charges en capsules récoltables des branches végétatives et de toutes les autres positions fructifères des branches fructifères. Aucune différence variétale significative n'est notée dans les charges en capsules des plants à la récolte exception faite de celles des premières positions des branches fructifères 11 à 15 qui participent peu dans la production finale.

Tableau 18 : production de capsules récoltables par plant

		Ensemble Des plants	branches fructifères			branches végétatives	
			premières positions branches fructifères		toutes autres positions		
			1 à 5	6 à 10	11 à 15		
NTA 93 15		3,06	1,43	0,40	0,01 b	0,76	0,45
NTA 93 2		3,19	1,32	0,29	0,07 a	0,90	0,62
D1		4,52 a	1,56	0,38	0,08	1,32 a	1,19 a
D2		3,06 b	1,35	0,40	0,04	0,91 a	0,37 b
D3		1,79 c	1,22	0,25	0,01	0,26 b	0,05 b
NTA 93 15	D1	4,13	1,51	0,45	0,02	1,12	1,02
	D2	3,20	1,43	0,49	0,02	0,93	0,33
	D3	1,85	1,35	0,25	0,00	0,24	0,00
NTA 93 2	D1	4,90	1,60	0,30	0,14	1,51	1,36
	D2	2,93	1,27	0,31	0,05	0,90	0,41
	D3	1,73	1,08	0,25	0,02	0,28	0,10
F variété		0,09	0,44	1,38	5,29	0,62	1,50
Signification en %		75,89	52,03	25,01	2,86	44,32	23,10
F densité		13,39	1,31	0,93	2,73	13,07	24,07
Signification en %		0,01	28,86	40,82	8,34	0,02	0,00
F interaction		56,00	0,39	0,40	1,64	0,55	0,36
Signification en %		58,14	68,84	71,75	21,27	58,78	70,89

Compte tenu de la date de semis de cette étude, la production moyenne de 522,9 kg/ha, bien que plus faible qu'à Yanfolila, peut être considérée comme satisfaisante. Aucun effet des facteurs étudiés n'est mis en évidence (Tableau 19). Par contre la répartition de la production dépend fortement de la densité de plantation (Tableau 19) : avec la plus forte densité l'essentiel de la production (70,3 %) provient des premières positions de cinq premières branches fructifères et la part jouée par les productions des branches végétatives augmente avec la diminution de la densité de plantation. Comme à Yanfolila les résultats de ces deux derniers tableaux (Tableaux 18 et 19) peuvent apparaître contradictoires. Cependant lorsque l'on considère les productions de capsules par unité de surface (Tableau 20) on comprend mieux que la diminution des nombres de capsules récoltables par plant due à l'augmentation de la densité de plantation ne soit pas pénalisante. Toutefois selon les résultats du tableau 20 on aurait du s'attendre à une augmentation de la production de coton graine en liaison avec une augmentation de la densité de plantation car dans cette étude l'augmentation de la densité de plantation semble sans effet sur les poids moyens capsulaires (Tableau 21). En réalité si cette augmentation de production de coton graine n'apparaît pas en considérant les productions d'une ligne centrale par parcelle (Tableau 20), elle est observée en considérant les productions des tronçons de ligne de chaque parcelle ayant servi à l'examen détaillé des plants à la récolte avec en particulier à l'estimation du poids moyen capsulaire (Tableau 21).

Tableau 19 : effets des facteurs étudiés sur les productions

		Part (en %) de la production issue des			rendement en kg/ha	
		Premières positions		branches végétatives		
		Des branches fructifères				
		1 à 5	6 à 10	11 à 15		
NTA 93 15		54,81	9,40	0,08	8,40	514,8
NTA 93 2		50,70	9,96	0,40	12,28	530,9
D1		37,33 b	8,59	0,31	22,89 a	505,4
D2		47,44 a	11,97	0,49	12,36 b	501,8
D3		72,78 a	8,65	0,01	1,43 c	561,4
NTA 93 15	D1	39,20	11,42	0,00	23,39	550,5
	D2	50,80	10,93	0,70	10,04	445,3
	D3	73,57	6,26	0,00	0,31	548,6
NTA 93 2	D1	35,46	6,13	1,23	22,37	460,2
	D2	44,08	13,04	0,31	14,88	558,3
	D3	71,98	11,37	0,05	3,38	574,2
F variété		0,60	0,04	1,03	1,54	0,13
Signification en %		45,26	82,86	32,08	22,49	72,10
F densité		16,55	0,64	1,04	18,48	0,75
Signification en %		0,00	53,94	36,91	0,00	48,79
F interaction		0,07	1,42	1,38	0,64	1,74
Signification en %		92,98	26,04	26,98	53,95	19,45
Transformation		bliss	bliss	bliss	bliss	

Tableau 20 : production de capsules par m<sup>2</sup>

		Nombre de capsules récoltées par m²					branches végétatives
		ensemble des plants	branches fructifères			toutes autres positions	
			Premières positions Branches fructifères				
			1 à 5	6 à 10	11 à 15		
NTA 93 15		24,21	13,24	3,31	0,07 b	5,30	2,29
NTA 93 2		24,37	11,69	2,64	0,42 a	6,09	3,54
D1		18,65 b	6,42 c	1,56	0,31	5,42	4,93 a
D2		24,79 ab	10,97 b	3,19	0,28	7,36	2,99 b
D3		29,44 a	20,00 a	4,17	0,14	4,31	0,83 c
NTA 93 15	D1	17,08	6,25	1,88	0,07	4,65	4,24
	D2	25,56	11,53	3,89	0,14	7,36	2,64
	D3	30,00	21,94	4,17	0,00	3,89	0,00
NTA 93 2	D1	20,21	6,60	1,25	0,56	6,18	5,62
	D2	24,03	10,42	2,50	0,42	7,36	3,33
	D3	28,89	18,06	4,17	0,28	4,72	1,67
F variété		0,00	1,08	0,45	5,28	0,36	3,24
Signification en %		96,13	31,03	51,50	2,87	56,04	8,05
F densité		3,36	28,51	2,31	0,49	1,86	11,62
Signification en %		4,99	0,00	11,84	62,18	17,55	0,03
F interaction		0,19	0,69	0,16	0,21	0,11	0,17
Signification en %		82,97	51,46	85,27	81,29	89,29	84,28

Tableau 21 : poids moyens capsulaires, nombre de branches fructifères et végétatives par plant et production des tronçon de ligne

		poids moyen capsulaire en grammes		nombre de branches		rendement en kg/ha calculé à partir des productions des tronçons de ligne
		toutes les positions	première position branches fructifères 1 à 5	fructifères	végétatives	
NTA 93 15		3,40	3,51	11,47	1,44	838,9
NTA 93 2		3,66	3,73	11,21	1,13	916,9
D1		3,35	3,67	11,78 a	1,58	647,6
D2		3,58	3,58	12,08 a	1,28	904,2
D3		3,65	3,62	10,15 b	1,00	1081,9
NTA 93 15	D1	3,41	3,77	11,53	1,70	613,9
	D2	3,37	3,58	12,93	1,37	888,9
	D3	3,42	3,18	9,93	1,27	1013,9
NTA 93 2	D1	3,29	3,57	12,03	1,47	681,2
	D2	3,79	3,58	11,23	1,20	919,4
	D3	3,89	4,05	10,70	0,73	1150,0
F variété		1,81,	1,54	0,35	2,57	0,29
Signification en %		18,79	22,35	56,67	11,74	60,35
F densité		0,89	0,08	7,71	3,02	2,99
Signification en %		42,53	92,12	0,26	6,56	6,72
F interaction		0,99	3,33	2,79	0,34	0,04
Signification en %		38,67	5,10	7,91	72,05	95,60

Tableau 22 : taux de capsules entièrement saines

		taux de capsules entièrement saines				
		ensemble de la production	production des branches fructifères		production des branches végétatives	
			premières positions			
			branches fructifères	toutes positions autres que premières		
		1 à 5	6 à 10			
NTA 93 15		50,70	66,82	19,00	32,08 b	31,71
NTA 93 2		53,98	60,29	27,19	57,75 a	47,50
D1		51,31	60,63	29,44	50,10	53,16
D2		51,47	65,17	19,26	48,17	47,32
D3		54,24	64,92	20,62	36,08	18,33
NTA 93 15	D1	49,98	66,34	29,90	43,35	56,25
	D2	50,21	71,34	13,46	42,28	38,89
	D3	51,88	62,62	15,07	13,73	0,00
NTA 93 2	D1	52,63	54,76	28,98	56,85	50,07
	D2	52,74	58,72	25,82	54,08	55,75
	D3	56,58	67,18	26,79	62,23	36,67
F variété		0,84	1,44	0,49	8,30	NA
Signification en %		37,27	23,99	49,51	0,79	
F densité		0,28	0,29	0,29	0,96	
Signification en %		76,27	75,37	75,58	39,70	
F interaction		0,04	1,05	0,15	2,19	
Signification en %		96,27	36,65	86,11	13,09	
transformation		Bliss	bliss	bliss	Bliss	

Au niveau de la qualité de la production, estimée par le taux de capsules entièrement saines, aucun effet des facteurs étudiés ou de leur interaction n'est observé si on excepte de meilleurs résultats de la variété NTA 93 2 aux niveaux des productions des branches fructifères issues d'autres positions que les premières (Tableau 22). En moyenne, les taux de capsules entièrement saines sont plus faibles à Kolondiéba qu'à Yanfolila.

Les taux de rétention des organes fructifères à la récolte sont bien plus faibles qu'à Yanfolila (Tableau 23) quelles que soient les positions considérées. Quelles que soient les positions considérées on observe une diminution des taux de rétention lorsque la densité de plantation augmente mais elle n'est jamais significative. Aucun effet variétal significatif n'est également mis en évidence et l'interaction entre ces deux facteurs (densité de plantation et variété) n'est jamais significative.

Tableau 23 : taux de rétention des organes fructifères

		taux de rétention (en %) des organes fructifères					
		tout le Plant	branches fructifères				
			toutes positions	premières positions branches fructifères			autres positions
				1 à 5	6 à 10	11à 15	
NTA 93 15		19,63	18,30	33,84	11,88	1,77	17,56
NTA 93 2		17,62	16,66	30,88	8,15	3,70	15,73
D1		21,21	18,83	37,85	11,73	3,04	18,11
D2		18,34	16,88	31,25	10,75	2,31	17,70
D3		16,43	16,74	28,14	7,55	2,84	14,14
NTA 93 15	D1	21,84	17,40	36,03	13,27	1,56	15,73
NTA 93 15	D2	17,89	18,62	33,10	14,56	1,40	19,51
NTA 93 15	D3	19,26	18,92	32,44	8,24	2,34	17,45
NTA 93 2	D1	20,58	20,30	39,71	10,29	4,53	20,49
NTA 93 2	D2	18,79	15,23	29,44	7,46	3,22	15,89
NTA 93 2	D3	13,77	14,66	24,05	6,89	3,33	10,82
F variété		0,82	0,54	0,57	3,20	NA	NA
signification en %		37,64	47,65	46,43	8,24		
F densité		1,55	0,36	2,11	1,55		
signification en %		23,04	70,91	14,05	23,17		
F interaction		0,79	1,00	0,83	60,00		
signification en %		46,81	38,34	45,29	56,05		
transformation		Bliss	Bliss	bliss	bliss		

#### 4.3 Regroupement des deux essais

Les tendances apparues au niveau de chaque localité dans le démarrage de la floraison à savoir une précocité plus grande la variété NTA 93 15 et un retard lorsque la densité de plantation augmente sont toujours notées mais ne sont pas significatives (Tableau 24).



Tableau 24 : caractéristiques du début du cycle fructifère

	F ddl	numéro du nœud de la première branche fructifère	date de début de floraison en jours après la levée
Kolondiéba		6,4	49,5
Yanfolila		6,6	51,5
NTA 93 15		6,5	49,6
NTA 93 2		6,5	51,5
D1		6,5	49,9
D2		6,6	50,5
D3		6,4	51,1
NTA 93 15	D1	6,5	49,5
	D2	6,6	49,7
	D3	6,4	49,5
NTA 93 2	D1	6,5	50,4
	D2	6,5	51,3
	D3	6,4	52,6
F variété	1/1	0,54	4,52
Signification en %		59,41	28,71
F densité	2/2	2,59	0,55
Signification en %		27,90	64,52
F lieu variété	1/50	0,21	2,34
Signification en %		64,99	12,84
F lieu densité	2/50	0,38	2,36
Signification en %		69,11	10,33
F variété densité	2/2	0,95	0,54
Signification en %		61,16	65,00
F lieu variété densité	2/50	0,41	2,16
Signification en %		67,27	12,35

Dans les caractéristiques de la floraison utile (Tableau 25) lorsque la densité de plantation augmente on observe les mêmes tendances que celles notées au niveau de chaque localité à savoir une diminution du volume de floraison par ligne, une augmentation de ce même volume par unité de surface et une floraison utile beaucoup moins étalée dans le temps. Ces tendances toutefois n'apparaissent pas significatives mais l'interaction lieu x densité de plantation l'est très souvent pour ces caractéristiques. Enfin à propos de ces caractéristiques on doit souligner que les volumes de floraison utile atteints à Kolondiéba sont au moins deux fois plus élevés qu'à Yanfolila. Ce résultat n'est toutefois pas surprenant car la durée de la période de floraison utile a été en moyenne presque deux fois plus longue : 31,5 jours à Kolondiéba contre 16,1 jours à Yanfolila.

Tableau 25 : caractéristiques de la floraison

		F ddl	Volume de la floraison nombre de fleurs		date (en jours après le début de la floraison) d'atteinte d'un volume de floraison de		
			Par ligne	pour 8 m <sup>2</sup>	25 %	50 %	75 %
Kolondiéba			232,6	291,9	11,25	15,92	20,25
Yanfolila			81,4	95,8	7,58	11,00	13,75
NTA 93 15			170,2	211,3	9,89	14,14	17,69
NTA 93 2			143,8	176,4	8,94	12,78	16,31
D1			173,8	173,8	11,29	15,92	19,50
D2			186,6	186,6	9,33	13,38	17,21
D3			110,6	221,2	7,62	11,08	14,29
NTA 93 15	D1		185,7	185,7	11,58	16,33	20,08
	D2		201,7	201,7	9,83	14,25	18,00
	D3		123,3	246,7	8,25	11,83	15,00
NTA 93 2	D1		161,9	161,9	11,00	15,50	18,92
	D2		171,5	171,5	8,83	12,50	16,42
	D3		97,9	195,8	7,00	10,33	13,58
F variété		1/1	80,69	64,10	1,47	3,29	1,93
Signification en %			7,14	8,07	44,02	32,62	40,01
F densité		2/2	11,57	0,55	2,88	1,88	1,41
Signification en %			7,97	64,42	25,80	34,71	41,40
F lieu variété		1/50	0,11	0,16	2,84	1,93	2,93
Signification en %			74,53	68,91	9,44	16,76	8,95
F lieu densité		2/50	2,32	12,59	7,31	14,21	18,80
Signification en %			10,67	0,01	0,18	0,00	0,00
F variété densité		2/2	0,54	6,26	0,12	0,43	0,07
Signification en %			64,84	13,87	89,09	69,88	93,53
F lieu variété densité		2/50	0,08	0,09	1,46	0,60	0,62
Signification en %			92,01	91,16	24,11	56,06	54,89

En dehors de la taille des cotonniers au début du cycle, aucun effet significatif des facteurs étudiés n'est mis en évidence dans les analyses de regroupement de la croissance des cotonniers comme le montrent les annexes 10 et 11. Au début du cycle, l'augmentation de la densité accélérerait la croissance en cm des cotonniers quel que soit le lieu ou la variété. Cette tendance s'inverse à partir du 50<sup>ième</sup> jour après la levée et elle est accompagnée d'une réduction de la vitesse de formation des nœuds sur la tige principale. Mais aucun de ces deux effets ne devient significatif. Pratiquement aucune interaction significative n'est mise en évidence au cours du temps en ce qui concerne la formation des nœuds sur la tige principale. Celles qui apparaissent significatives à certaines dates sont dues à un comportement meilleur de l'une des deux variétés uniquement dans l'une des deux localités (NTA 93 2 en début de campagne à Kolondiéba et NTA 93 15 à partir du 50<sup>ième</sup> jour à Yanfolila). Pour la croissance en cm peu d'interaction sont également significatives. Celles qui apparaissent résultent également d'un meilleur comportement de la variété NTA 93 15 à Yanfolila et du comportement différent entre les deux localités de la densité D2 par rapport aux densités D1 et D3.

En ce qui concerne les infestations de chenilles carpophages et phyllophages aucun effet des facteurs étudiés n'est significatif et les interactions incluant celles avec le facteur lieu ne le sont pas plus (Tableau 26).

Tableau 26 : infestation moyenne par observation

		F ddl	population pour 100 plants				
			D. watersi	Earias	H. armigera	S. derogata	S. littoralis
Kolondiéba			0,5	1,0	0,9	2,5	0,1
Yanfolila			2,2	0,1	0,8	1,8	0,1
NTA 93 15			0,9	0,5	0,6	0,8	0,0
NTA 93 2			1,8	0,7	1,1	3,5	0,1
D1			1,8	0,5	1,1	3,4	0,0
D2			1,3	0,7	0,8	2,5	0,1
D3			0,9	0,5	0,5	0,5	0,1
NTA 93 15	D1		1,3	0,9	0,8	1,5	0,1
	D2		0,7	1,3	0,6	0,7	0,0
	D3		0,8	0,9	0,2	0,3	0,0
NTA 93 2	D1		2,4	0,1	1,5	5,4	0,0
	D2		1,9	0,2	1,1	4,3	0,3
	D3		1,0	0,1	0,7	0,7	0,1
F variété		1/1	1,78	1,86	28,35	1,59	17,67
Signification en %			41,18	40,55	12,35	42,85	15,61
F densité		2/2	2,94	5,71	2,20	1,34	1,41
Signification en %			25,42	14,99	31,29	42,64	41,54
F lieu variété		1/50	2,09	0,31	0,19	1,91	0,18
Signification en %			15,04	58,89	66,92	16,97	67,42
F lieu densité		2/50	0,51	0,08	1,37	0,96	0,94
Signification en %			60,75	91,92	26,27	39,00	40,02
F variété densité		2/2	0,40	0,40	0,2	0,62	3,16
Signification en %			71,66	71,17	89,10	61,87	24,07
F lieu variété densité		2/50	1,75	0,55	1,08	0,84	0,88
Signification en %			18,24	58,40	34,88	44,08	42,38

En ce qui concerne les insectes piqueurs suceurs seule la diminution des infestations de jassides due à une augmentation de la densité de plantation frôle la signification (Tableau 27). Les interactions significatives entre lieu et variété proviennent soit d'un comportement relatif inversé des variétés en fonction du lieu (cas des pucerons) soit de niveaux d'infestations très différents entre les lieux (cas des jassides). L'interaction significative entre lieu et densité observée à propos des pucerons résulte probablement des faibles infestations notées à Kolondiéba qui, bien que mettant en évidence des différences significatives entre les densités de plantation, révèle surtout les infestations plus fortes obtenues avec la densité D2.

Tableau 27 : infestation moyenne par observation

		F	% de plants infestés		
		ddl	Aleurode	jasside	puceron
Kolondiéba			5,89	1,78	0,30
Yanfolila			32,46	32,02	50,35
NTA 93 15			16,49	15,33	16,99
NTA 93 2			17,61	10,69	16,54
D1			17,54	14,52	18,24
D2			18,89	14,07	17,81
D3			14,82	10,35	14,37
NTA 93 15	D1		16,28	18,89	18,9
	D2		18,63	16,79	16,8
	D3		11,46	15,38	15,4
NTA 93 2	D1		12,84	17,61	17,6
	D2		10,05	18,86	18,9
	D3		9,28	13,40	13,4
F variété		1/1	0,63	3,39	0,02
Signification en %			57,08	32,26	91,40
F densité		2/2	3,20	12,37	0,72
Signification en %			23,84	7,48	58,31
F lieu variété		1/50	0,64	6,85	13,92
Signification en %			43,21	1,13	0,06
F lieu densité		2/50	0,59	0,63	10,70
Signification en %			56,12	54,11	0,02
F variété densité		2/2	0,52	0,94	3,57
Signification en %			65,65	51,54	21,94
F lieu variété densité		2/50	0,60	3,83	0,55
Signification en %			55,86	2,78	58,61
Transformation			bliss	bliss	bliss

Dans les taux de rétentions des organes fructifères sur les premières positions des branches fructifères aucun effet des facteurs étudiés n'est mis en évidence et toutes les interactions ne sont pas significatives (Tableaux 28 et 29). Cela résulte à la fois de l'absence d'effet des facteurs étudiés dans chacune des localités pendant la majeure partie de la campagne et de l'impossibilité d'analyser en regroupement ces données pour la fin de campagne (nombreuses données manquantes pour Kolondiéba) alors qu'à Yanfolila elles avaient montré pour les premières positions des branches fructifères 6 à 10 une diminution des taux de rétention avec une augmentation de la densité de plantation.

Tableau 28 : taux de rétention sur les premières positions  
des branches fructifères 1 à 5

		F ddl	taux de rétention en % à différentes date après la levée (en jours)			
Kolondiéba		49	56	63	70	
Yanfolila		46	53	60	67	
Kolondiéba		94.29	95.14	79.26	75.51	
Yanfolila		97.81	97.09	90.75	80.48	
NTA 93 15		96.23	95.58	85.31	77.55	
NTA 93 2		96.27	96.73	85.65	78.54	
D1		96.50	96.21	87.64	77.49	
D2		94.94	94.99	83.82	77.96	
D3		97.14	97.18	84.87	78.69	
NTA 93 15	D1	96.23	95.25	85.86	74.27	
	D2	96.04	95.68	85.81	79.84	
	D3	96.39	95.80	84.23	78.44	
NTA 93 2	D1	96.75	97.06	89.33	80.56	
	D2	93.71	94.25	81.72	76.04	
	D3	97.81	98.29	85.49	78.94	
F variété	1/1	0.00	14.05	0.02	0.23	
Signification en %		96.73	17.72	89.84	71.05	
F densité	2/2	2.41	3.02	6.91	0.09	
Signification en %		29.31	24.91	12.73	91.55	
F lieu variété	1/50	0.55	0.08	0.91	0.46	
Signification en %		46.69	77.35	34.78	50.98	
F lieu densité	2/50	0.57	0.46	0.14	0.56	
Signification en %		57.66	64.23	87.03	57.77	
F variété densité	2/2	2.96	6.23	2.02	2.54	
Signification en %		25.26	13.93	33.10	28.25	
F lieu variété densité	2/50	0.33	0.21	0.45	0.36	
Signification en %		72.69	81.04	64.50	70.65	
Transformation		bliss	bliss	bliss	bliss	

Tableau 29 : taux de rétention sur les premières positions  
des branches fructifères 6 à 10

		F ddl	taux de rétention en % à différentes date après la levée (en jours)	
Kolondiéba			63	70
Yanfolila			60	67
Kolondiéba			92.54	91.88
Yanfolila			98.35	95.85
NTA 93 15			96.45	94.12
NTA 93 2			95.42	93.92
D1			94.96	91.74
D2			95.20	93.66
D3			97.44	96.22
NTA 93 15	D1		91.11	99,4
	D2		94.20	99,9
	D3		96.48	99,9
NTA 93 2	D1		92.36	99,3
	D2		93.11	98,9
	D3		95.96	99,9
F variété	1/1		0.94	0.02
Signification en %			50.96	91.45
F densité	2/2		5.00	7.05
Signification en %			16.76	12.50
F lieu variété	1/50		0.54	0.87
Signification en %			47.36	35.82
F lieu densité	2/50		0.26	0.35
Signification en %			77.54	71.04
F variété densité	2/2		1.06	0.58
Signification en %			48.44	63.15
F lieu variété densité	2/50		0.57	0.26
Signification en %			57.33	77.72
Transformation			Bliss	Bliss

Dans les charges capsulaires des plants à la récolte, un effet significatif et négatif de l'augmentation de la densité de plantation est mis en évidence (Tableau 30). La diminution du nombre de capsules portées par plant, liée à l'augmentation de la densité de plantation, ne s'observe pas de manière significative sur les premières positions des premières branches fructifères mais elle est manifeste sur les branches végétatives. Aucune différence significative n'est notée entre les variétés comparées. Les interactions entre les facteurs du regroupement de ces deux expérimentations (variété, densité de plantation et lieu) sont très rarement significatives. Celles faisant intervenir le lieu sont dues à des réponses différentes des variétés ou des densités de plantation en fonction du lieu : meilleur comportement de la variété NTA 93 15 par rapport à la variété NTA 93 2 à Yanfolila et absence de différence à Kolondiéba pour le nombre de capsules récoltées par plant et diminution plus forte (dès la densité D2), résultant de l'augmentation de la densité de plantation, du nombre de capsules récoltées sur les branches fructifères en dehors de celles présentes en premières positions à Yanfolila. Enfin l'interaction significative entre la densité de plantation et les variétés, qui porte sur les capsules récoltées en premières positions de branches fructifères 1 à 5, suggère un meilleur comportement de la variété NTA 93 15 à l'augmentation de la densité de plantation.

Tableau 30 : nombre de capsules récoltées par plant

		nombre de capsules récoltées par plant					
		ensemble du plant	branches fructifères			branches végétatives	
			premières positions branches fructifères		toutes autres positions		
			1 à 5	6 à 10			11 à 15
Kolondiéba		3,12	1,37	0,34	0,04	0,83	0,54
Yanfolila		4,01	2,21	0,50	0,03	0,86	0,40
NTA 93 15		3,80	1,94	0,51	0,03	0,88	0,44
NTA 93 2		3,34	1,65	0,34	0,04	0,81	0,50
D1		4,99 a	1,89	0,56	0,06	1,43	1,06 a
D2		3,27 b	1,88	0,38	0,04	0,70	0,27 b
D3		2,43 b	1,61	0,33	0,00	0,41	0,08 b
NTA 93 15	D1	4,98	1,92 b	0,57	0,03	1,42	1,03
	D2	3,64	2,06 a	0,52	0,05	0,77	0,25
	D3	2,77	1,83 c	0,43	0,00	0,46	0,05
NTA 93 2	D1	5,01	1,85 c	0,54	0,09	1,45	1,08
	D2	2,91	1,71 d	0,25	0,03	0,62	0,30
	D3	2,09	1,39 e	0,22	0,01	0,37	0,11
F variété		0,60	2,74	8,93	0,20	0,12	0,20
Signification en %		57,75	35,08	21,43	72,55	77,88	72,55
F densité		35,73	2,24	1,50	9,63	6,67	38,14
Signification en %		2,53	30,84	40,05	9,45	13,13	2,36
F lieu variété		4,57	2,55	0,51	5,83	2,98	1,54
Signification en %		3,55	11,25	48,47	1,86	8,68	21,77
F lieu densité		0,83	1,26	2,09	0,45	3,91	1,06
Signification en %		44,43	29,12	13,16	64,59	2,58	35,60
F variété densité		10,57	591,47	0,56	3,05	0,54	0,00
Signification en %		8,67	0,13	64,22	24,71	65,15	99,00
F lieu variété densité		0,08	0,00	1,49	0,91	0,38	0,82
Signification en %		92,55	99,00	23,41	41,09	68,94	45,03

Dans l'analyse de regroupement on retrouve les mêmes tendances que celles observées au niveau de chaque lieu dans la répartition de la production à savoir : la plus grande importance des premières positions des cinq premières branches fructifères et à l'inverse le faible poids de la production des branches végétatives lorsque la densité de plantation augmente (Tableau 31). Toutefois ces effets n'apparaissent jamais significatifs à 5 %. Par contre l'interaction entre le lieu et la densité de plantation est significative ou frôle la signification pour ces deux parts de la production. Aucun effet variétal significatif n'est mis en évidence dans la répartition de la production et aucune interaction faisant intervenir ce facteur ne l'est également (Tableau 31). Dans la production de coton graine, seule l'interaction entre le lieu et la densité de plantation est hautement significative (Tableau 31). Ainsi les effets positifs que l'on peut attendre d'une augmentation de la densité de plantation n'apparaîtront pas dans toutes les situations.

Tableau 31 : production et répartition de la production

		part de production issue des			rendement en kg/ha	
		premières positions		branches Végétatives		
		branches fructifères				
		1 à 5	6 à 10	11 à 15		
Kolondiéba		52,76	9,67	0,21	10,26	522,9
Yanfolila		76,76	4,08	0,02	3,80	972,1
NTA 93 15		64,47	6,91	0,03	6,13	771,6
NTA 93 2		66,03	6,29	0,16	7,22	723,3
D1		44,83	8,51	0,17	18,33	551,9
D2		67,41	5,96	0,12	5,69	603,5
D3		81,36	5,51	0,01	1,00	1087,0
NTA 93 15	D1	45,50	8,97	0,00	19,38	580,7
	D2	67,08	5,87	0,18	4,84	572,3
	D3	79,15	6,08	0,02	0,53	1161,8
NTA 93 2	D1	44,15	8,06	0,68	17,32	523,1
	D2	67,74	6,05	0,08	6,60	634,7
	D3	83,47	4,95	0,01	1,61	1012,3
F variété		0,08	0,31	3,08	0,28	0,56
Signification en %		81,60	67,00	33,51	68,59	58,80
F densité		8,57	0,36	0,75	11,99	1,27
Signification en %		10,52	73,39	57,06	7,71	44,08
F lieu variété		1,83	0,34	0,47	1,57	1,80
Signification en %		17,91	57,09	50,14	21,33	18,28
F lieu densité		3,31	2,57	1,24	2,97	39,75
Signification en %		4,35	8,48	29,91	5,92	0,00
F variété densité		1,57	0,02	5,11	1,97	1,03
Signification en %		38,89	97,98	16,47	33,68	49,18
F lieu variété densité		0,15	2,17	0,52	0,28	1,58
Signification en %		86,36	12,23	60,14	75,96	21,46
Transformation		bliss	bliss	bliss	bliss	

Dans les productions de capsules par unité de surface (m<sup>2</sup>), aucune différence variétale significative n'est mise en évidence (Tableau 32). La seule interaction faisant intervenir ce facteur et le lieu concerne les productions des premières positions des branches fructifères 11 à 15 qui ont peu de poids dans la production finale. L'effet positif de l'augmentation de la densité de plantation sur la production totale de capsules par unité de surface n'est significatif qu'à 6,53 % (Tableau 31) mais l'est à 2,06 % sur la production de capsules par unité de surface issue des premières positions des cinq premières branches fructifères. Une seule interaction entre la densité de plantation et le lieu est significative et elle concerne les productions de capsules par unité de surface des positions fructifères, autres que les premières, des branches fructifères mais elle est très difficilement interprétable. Par contre l'interaction significative qui apparaît entre la densité de plantation et les variétés pour les productions de capsules par unité de surface des premières positions des cinq premières branches fructifères confirme ce qui fut noté pour les productions par plant issues des mêmes positions à savoir un meilleur comportement de la variété NTA 93 15 en relation avec l'augmentation de la densité de plantation.



Tableau 32 : production de capsules par unité de surface

		nombre de capsules récoltées par m²					
		ensemble des plants	branches fructifères			branches végétatives	
			premières positions branches fructifères		toutes autres positions		
			1 à 5	6 à 10			11 à 15
Kolondiéba		24,29	12,47	2,97	0,24	5,69	2,92
Yanfolila		27,70	16,71	3,38	0,15	5,36	2,09
NTA 93 15		27,94	15,86	3,89	0,15	5,79	2,26
NTA 93 2		24,05	13,32	2,47	0,24	5,27	2,75
D1		19,97	7,55 c	2,20	0,24	5,71	4,25
D2		24,97	14,27 b	2,88	0,28	5,38	2,15
D3		33,06	21,94 a	4,44	0,07	5,49	1,11
NTA 93 15	D1	20,00	7,71 e	2,29	0,10	5,69	4,20
	D2	27,15	15,28 c	3,82	0,35	5,83	1,88
	D3	36,67	24,38 a	5,56	0,00	5,83	0,69
NTA 93 2	D1	19,93	7,40 e	2,12	0,38	5,73	4,31
	D2	22,78	13,26 d	1,94	0,21	4,93	2,43
	D3	29,44	19,31 b	3,33	0,14	5,14	1,53
F variété		0,92	6,64	3,58	0,13	0,16	0,44
Signification en %		51,27	24,41	31,55	76,94	75,05	62,42
F densité		14,24	43,16	5,68	7,75	0,01	7,08
Signification en %		6,53	2,06	15,06	11,51	99,00	12,46
F lieu variété		2,74	0,85	0,79	7,42	1,53	5,51
Signification en %		10,05	36,29	38,26	0,86	22,03	11,55
F lieu densité		0,68	1,41	0,43	0,25	3,16	2,14
Signification en %		51,54	25,20	65,76	78,63	4,99	12,64
F variété densité		4,04	46,19	0,65	2,15	1,96	0,41
Signification en %		19,93	1,92	60,51	31,70	33,72	71,09
F lieu variété densité		0,18	0,04	0,85	0,80	0,04	0,49
Signification en %		83,84	96,03	43,48	45,96	96,41	61,98

Pour les taux de rétention des organes fructifères observés à la récolte on note une réduction due à l'augmentation de la densité de plantation. Elle apparaît pour les premiers sites fructifères formés mais elle n'est significative que pour l'ensemble des positions fructifères apparues sur les plants au niveau des branches fructifères (Tableau 33). Si aucune interaction n'est significative à 5 % trois interactions frôlent cette signification : la première entre lieu et densité de plantation pour toutes les positions fructifères des branches fructifères car on note des réponses inverses à l'augmentation de la densité en fonction des lieux (réponse décroissante à Kolondiéba et croissante à Yanfolila) et les autres entre la densité de plantation et les variétés pour toutes les positions fructifères des branches fructifères et plus particulièrement pour les premières positions des cinq premières branches fructifères car on observe respectivement pour les positions considérées une augmentation des taux de rétention et une absence de variation pour la variété NTA 93 15 alors qu'avec la variété NTA 93 2 on note respectivement pour les mêmes positions une absence de variation et une diminution des taux de rétention.

Tableau 33 : taux de rétention des organes fructifères à la récolte

		taux de rétention en %			
		ensemble des positions	branches fructifères		
			toutes positions	premières positions branches fructifères	
				1 à 5	6 à 10
Kolondiéba		18,62	17,47	32,36	9,94
Yanfolila		38,55	31,77	48,55	15,07
NTA 93 15		30,79	26,39	43,15	14,93
NTA 93 2		25,36	22,20	37,53	10,06
D1		31,51 a	22,75	42,83	16,86
D2		27,11 b	24,73	41,47	11,59
D3		25,58 b	25,33	36,71	9,23
NTA 93 15	D1	33,41	22,61	42,64	16,99
	D2	30,32	28,33	45,03	16,23
	D3	28,68	28,35	41,76	11,78
NTA 93 2	D1	29,65	22,90	43,02	16,74
	D2	24,04	21,29	37,95	7,63
	D3	22,59	22,42	31,79	6,96
F variété		3,07	3,24	4,97	39,97
Signification en %		33,52	32,84	27,59	10,35
F densité		29,90	0,26	1,30	3,51
Signification en %		3,07	79,35	43,45	22,26
F lieu variété		2,58	1,66	0,99	0,11
Signification en %		11,08	20,04	32,63	73,66
F lieu densité		0,11	2,88	1,66	1,07
Signification en %		89,34	6,43	19,85	35,08
F variété densité		0,15	10,98	17,29	1,70
Signification en %		86,69	8,37	5,39	36,95
F lieu variété densité		1,42	0,14	0,09	0,72
Signification en %		24,96	86,69	91,57	79,79
Transformation		Bliss	bliss	bliss	bliss

Dans les autres caractéristiques à la récolte (taux de capsules entièrement saines, poids moyens capsulaires et nombre de branches végétatives et fructifères des plants) peu d'effets des facteurs étudiés apparaissent (Tableau 34). Seul le nombre de branches végétatives par plant diminue significativement avec la densité de plantation. Les interactions significatives entre les facteurs variétés et lieux pour le taux de capsules entièrement saines et entre les facteurs densités et lieux pour les poids moyens capsulaires résultent de réponses différentes des variétés ou des densités de plantation en fonction des lieux.

Enfin dans le tableau 35, nous donnons les densités de plants à la récolte obtenues sur chacun des sites d'expérimentation. La progression des trois densités est bien respectée sur chacun des sites. Mais, on remarquera que les densités visées à savoir pour D1 de 4,17, pour D2 de 8,33 et pour D3 de 16,67 plants par m<sup>2</sup> sont loin d'avoir été atteintes et que les réalisations sont plus proches de ces objectifs lorsque la densité de plantation diminue.

Tableau 34 : autres caractéristiques à la récolte

		Poids moyen capsulaire en grammes	nombre de branches		taux de capsules entièrement saines		
		Toutes les Capsules Récoltées	capsules en première position branches fructifères 1 à 5	fructifères	végétatives	ensemble de la production	premières positions branches fructifères 1 à 5
Kolondiéba		3,53	3,62	11,34	1,29	52,34	63,58
Yanfolila		3,56	4,12	7,57	1,46	63,61	72,39
NTA 93 15		3,39	3,72	9,54	1,43	58,68	69,83
NTA 93 2		3,69	4,02	9,37	1,32	57,37	66,28
D1		3,61	4,16	10,28	1,73 a	58,25	69,44
D2		3,48	3,73	9,71	1,38 ab	57,86	68,28
D3		3,54	3,71	8,37	1,01 b	57,99	66,48
NTA 93 15	D1	3,56	4,07	10,03 a	1,73	60,45	72,87
	D2	3,26	3,69	10,43 a	1,47	55,82	69,99
	D3	3,35	3,40	8,15 b	1,08	59,78	66,56
NTA 93 2	D1	3,66	4,26	10,53 a	1,73	56,06	65,90
	D2	3,69	3,78	8,98 b	1,28	59,88	66,54
	D3	3,73	4,03	8,58 b	0,93	56,20	66,39
F variété		39,40	13,67	4,27	0,31	0,08	1,65
Signification en %		10,43	17,64	29,38	67,17	81,39	42,35
F densité		0,10	1,37	4,85	25,92	0,01	0,16
Signification en %		90,61	42,09	17,18	3,56	98,74	86,14
F lieu variété		0,20	0,42	0,05	1,55	3,65	0,67
Signification en %		66,27	52,72	82,19	21,60	5,89	42,06
F lieu densité		4,93	3,86	1,84	0,26	0,66	1,63
Signification en %		1,11	2,72	16,71	77,35	52,48	20,44
F variété densité		1,06	0,78	58,54	0,23	0,77	0,25
Signification en %		48,50	56,09	1,47	80,98	56,63	79,72
F lieu variété densité		0,77	2,09	0,05	0,53	1,66	1,37
Signification en %		47,21	13,27	95,29	59,81	19,78	26,17
Transformation						bliss	bliss

Tableau 35 : densités de plants à la récolte

	nombre de plants par m <sup>2</sup>	
	Kolondiéba	Yanfolila
D1	3,68	3,59
D2	6,55	6,09
D3	11,85	11,33

## 5 Conclusions et discussions

Si les comportements des variétés NTA 93 15 et NTA 93 2 sont très proches en ce qui concerne la croissance des plants, ils diffèrent légèrement pour leur fructification. En effet, la variété NTA 93 15, plus précoce en floraison, présente une durée de floraison utile un peu plus longue qui est probablement à l'origine d'un volume de floraison plus important. Avec des taux de rétention des organes fructifères légèrement supérieurs à la récolte (en particulier sur les premières positions des 10 premières branches fructifères), cette variété produit donc plus de capsules par plant. Cependant cet avantage est réduit ou détruit par des poids moyens capsulaires plus faibles malgré de meilleurs taux de capsules entièrement

saines. En définitive dans les conditions de cette étude, la variété NTA 93 15 ne produit pas plus de coton graine que la variété NTA 93 2. Sur la base de ces caractéristiques moyennes aucun choix ne peut être effectué entre ces deux variétés. Cependant pour son comportement vis-à-vis des principaux ravageurs, en particulier des jassides, la variété NTA 93 2 devrait être préférée dans les conditions de culture biologique actuellement mises en œuvre par Helvétas.

A l'échelle du plant, cette étude a permis de retrouver (en tendance ou de manière significative) certains effets liés à l'augmentation de la densité de plantation : un ralentissement de la croissance des plants surtout sensible en fin de campagne qui se traduit par une taille réduite et un nombre de branches fructifères plus faible à la récolte, un léger retard dans le démarrage de la floraison, une réduction de la période de floraison utile entraînant un plus grand regroupement de celle-ci et une production de fleurs plus faible et une diminution des taux de rétention des organes fructifères qui n'apparaît pas avant le 70<sup>ième</sup> jour de culture. Cet ensemble de caractéristiques aboutit à une production réduite de capsules par plant qui affecte cependant peu les premières positions des cinq premières branches fructifères.

A l'échelle de la parcelle, avec l'augmentation de la densité de plants la production de capsules est plus élevée, en particulier celle issue des premières positions des cinq premières branches fructifères qui procurent une grande partie de la production de coton graine dans des conditions de semis tardifs. Cette production supérieure de capsules peut alors entraîner une amélioration de la production de coton graine malgré une diminution du poids moyen capsulaire.

Par ailleurs, l'augmentation de la densité de plantation a permis de diminuer les infestations de certains ravageurs à l'échelle des plants : *D. watersi* (en tendance dans les deux localités), *H. armigera* (de manière significative à Kolondiéba), *S. derogata* (en tendance dans les deux localités), aleurodes (en tendance dans les deux localités), jassides (de manière significative dans les deux localités), mirides (en tendance à Yanfolila) et pucerons (de manière significative surtout à Yanfolila).

Enfin les quelques interactions significatives ou proches de la signification à 5% entre densités de plantation et variétés (en particulier la production de capsules par plant ou par unité de surface et les taux de rétention des organes fructifères) suggèrent que la variété NTA 93 15 est mieux adaptée que la variété NTA 93 2 aux fortes augmentations de densité de plantation.

Dans les conditions de culture biologique du cotonnier au Mali, l'augmentation de la densité de plantation pourrait compléter les mesures de protection phytosanitaire déjà mises en œuvre car elle a permis de réduire les infestations de certains ravageurs. Toutefois il resterait à vérifier que ces infestations réduites n'ont pas d'incidence plus grande sur des plants qui de manière générale se développent moins bien qu'en conditions de densités de plantation plus faibles et dont l'offre en organes fructifères sujets aux attaques de chenilles carpophages est moins abondante et moins diversifiée en fin de campagne. En effet même si cela n'apparaît qu'en tendance dans chacune des deux localités on observe pour de nombreuses positions fructifères une diminution des taux de capsules entièrement saines en liaison avec l'augmentation de la densité de plantation.

Sans être très nombreuses, les interactions significatives entre densités de plantation et lieux (en particulier au niveau de la production de coton graine) suggèrent que les effets positifs attendus de l'augmentation de la densité de plantation, en particulier l'augmentation de production, ne seront pas toujours observés de la même manière en fonction des situations. Il convient donc de mieux préciser les conditions dans lesquelles ils pourront être obtenus.

Par ailleurs, la géométrie de semis pour augmenter la densité de plantation devrait faire l'objet d'études particulières pour qu'elle puisse être mise en œuvre aisément par les agriculteurs et ne procurer aucune gêne dans la réalisation de certaines pratiques culturales comme les interventions phytosanitaires et les entretiens de parcelles vis-à-vis des adventices.

Enfin, les interactions significatives entre génotype et densité de plantation n'ont pas été nombreuses du fait de la proximité des comportements des deux variétés étudiées. Il conviendrait peut être de reprendre cette étude avec des variétés plus différentes pour déterminer les caractères variétaux adaptés aux conditions de culture biologique avec de fortes densités de plantation, même si la précocité semble déjà apparaître comme un atout.

## annexe 1 : opérations culturales

	Yanfolila      Kolondiéba	
dessouchage		11/06
labours		16/06
		04/07
semis	04/07	06/07
resemis		
démariage	29/07	02/08
sarclages	1      08/08	20/08
	2      25/08	11/09
	3      18/09	
	4	
buttage		
traitements	1      18/08	13/08
	2      28/08	25/08
	3      04/09	04/09
	4      10/09	16/09
	5      16/09	23/09
	6      30/09	09/10
	7      09/10	13/10

## annexe 2 : croissance des cotonniers en cm

		taille des cotonniers en cm à différentes date après la levée (en jours)											
		13	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81	88
NTA 93 15		5,4	10,6	17,1	21,4	27,3	35,3 a	40,0 a	47,6	52,9 a	56,0 a	57,4 a	57,7 a
NTA 93 2		5,5	10,0	15,5	19,6	24,0	29,9 b	33,4 b	38,7	43,9 b	46,8 b	48,2 b	49,0 b
D1		5,4	10,1	15,5	19,7	25,2	33,1	37,5	46,4	51,5	55,8 a	58,4 a	59,3 a
D2		5,4	10,1	16,0	20,3	25,6	32,3	36,8	42,8	49,5	52,6 ab	54,1 a	54,4 a
D3		5,6	10,7	17,4	21,5	26,1	32,4	36,0	40,3	44,3	45,7 b	45,8 b	46,4 b
NTA 93 15	D1	5,1	10,7	16,2	20,6	26,8	35,2	40,1	50,9	55,0	59,1	61,4	62,2
	D2	5,2	10,2	16,8	21,2	27,4	35,4	40,6	47,6	55,7	59,2	60,8	60,8
	D3	5,8	11,1	18,4	22,4	27,7	35,2	39,4	44,3	48,2	49,7	49,9	50,2
NTA 93 2	D1	5,6	9,6	14,9	18,7	23,6	31,1	34,9	41,8	48,1	52,6	55,3	56,4
	D2	5,6	10,0	15,2	19,5	23,9	29,2	32,9	37,9	43,3	46,1	47,4	48,1
	D3	5,4	10,4	16,3	20,5	24,5	29,5	32,6	36,3	40,5	41,8	41,7	42,7
F variété		NA	NA	NA	NA	3,93	6,23	7,59	3,41	9,11	8,69	8,76	7,80
Signification en %						5,58	1,87	1,04	7,35	0,57	0,67	0,65	0,96
F densité						0,11	0,06	0,13	0,21	2,06	3,67	5,67	5,79
Signification en %						89,77	94,32	87,89	81,76	14,69	3,94	0,93	0,86
F interaction						0,00	0,09	0,09	0,71	0,34	0,41	0,48	0,44
Signification en %						99,00	91,57	91,19	50,33	72,19	67,12	62,91	65,14
CV en %						19,4	19,7	19,5	23,6	18,5	18,1	17,7	17,5

## annexe 3 : croissance des cotonniers en nombre de nœuds de la tige principale

		nombre de nœuds à différentes dates après la levée (en jours)											
		13	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81	88
NTA 93 15		2,2	3,8	5,7	7,2	8,8	10,5	11,9 a	13,1 a	14,5 a	15,2 a	15,9 a	16,4 a
NTA 93 2		2,1	3,6	5,5	7,0	8,4	10,0	11,2 b	12,4 b	13,7 b	14,4 b	15,0 b	15,7 b
D1		2,1	3,7	5,7	7,3	9,0	10,7	12,0	13,4	14,7 a	15,6 a	16,4 a	17,2 a
D2		2,1	3,6	5,5	7,0	8,5	10,1	11,3	12,6	14,0 ab	14,8 ab	15,6 a	16,1 b
D3		2,2	3,8	5,7	7,0	8,4	10,0	11,2	12,3	13,5 b	14,1 b	14,4 b	14,9 c
NTA 93 15	D1	2,2	3,9	5,7	7,5	9,3	10,9	12,3	13,6	15,1	16,0	16,8	17,6
	D2	2,1	3,6	5,6	7,0	8,6	10,4	11,8	13,1	14,5	15,4	16,4	16,6
	D3	2,2	3,9	5,8	7,0	8,5	10,2	11,5	12,6	13,8	14,4	14,6	15,1
NTA 93 2	D1	2,1	3,6	5,6	7,1	8,8	10,5	11,7	13,1	14,2	15,3	16,0	16,9
	D2	2,0	3,7	5,4	6,9	8,3	9,7	10,9	12,1	13,5	14,3	14,8	15,6
	D3	2,1	3,7	5,6	6,9	8,2	9,7	11,0	12,1	13,2	13,8	14,2	14,6
F variété		0,08	2,02	0,65	0,71	1,52	2,37	5,02	4,18	6,57	5,11	5,84	4,50
Signification en %		77,74	16,44	43,45	41,23	22,67	13,29	3,26	4,91	1,61	3,12	2,22	4,19
F densité		0,71	1,11	0,61	0,94	2,17	1,77	2,43	3,20	4,54	6,21	9,28	15,14
Signification en %		50,49	34,71	55,68	40,51	13,29	19,02	10,72	5,67	2,04	0,65	0,10	0,01
F interaction		0,89	1,64	0,02	0,21	0,07	0,06	0,10	0,26	0,18	0,15	0,99	0,13
Signification en %		42,52	21,28	98,13	81,25	92,85	94,33	90,69	77,39	83,72	85,90	38,70	88,09
CV en %		20,2	7,6	9,2	10,1	9,9	9,7	8,1	8,0	6,7	7,3	7,3	6,6



[illegible]

## annexe 5 : taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10

		taux de rétention à différentes dates en jours après la levée						
		46	53	60	67	74	81	88
NTA 93 15		100,00	99,96	98,34	95,25	88,45	58,66	30,57
NTA 93 2		98,30	100,00	98,36	96,40	94,22	63,18	35,88
D1		100,00	100,00	98,09	94,63	89,83	65,32 a	42,97 a
D2		100,00	99,92	97,30	94,69	90,53	67,71 a	39,07 a
D3		96,19	100,00	99,32	97,78	94,01	49,39 b	19,08 b
NTA 93 15	D1	100,00	100,00	96,59	92,40	81,62	59,60	36,10
	D2	100,00	99,68	98,70	94,71	89,83	68,81	41,67
	D3	100,00	100,00	99,24	97,84	92,74	47,16	15,99
NTA 93 2	D1	100,00	100,00	99,17	96,49	95,81	70,82	49,98
	D2	100,00	100,00	95,41	94,67	91,22	66,60	36,49
	D3	85,36	100,00	99,40	97,72	95,17	51,63	22,38
F variété				0,00	0,34	3,99	1,03	1,26
Signification en %				98,40	57,37	5,42	32,18	27,27
F densité				0,99	1,27	0,85	6,56	10,58
Signification en %				38,82	29,88	44,05	0,52	0,05
F interaction				1,34	0,40	1,65	0,80	1,30
Signification en %				28,08	68,15	21,04	46,43	29,02
transformation				bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

## annexe 6 : croissance des cotonniers en cm

		taille des cotonniers en cm à différentes date après la levée (en jours)									
		14	21	28	35	42	49	56	63	70	77
NTA 93 15		5,7	8,8	14,4	22,9	30,3	42,3	49,3	66,1	71,7	85,4
NTA 93 2		6,3	9,6	16,4	25,1	33,9	45,0	52,6	67,3	72,3	81,9
D1		6,0	8,7	13,4	21,4	27,6 b	42,6 ab	50,6 ab	69,7 a	75,9 a	90,3
D2		5,9	9,4	16,1	25,8	35,7 a	48,4 a	55,8 a	73,6 a	79,1 a	91,3
D3		6,2	9,6	16,8	24,9	33,1 a	39,9 b	46,4 b	56,8 b	61,0 b	69,3
NTA 93 15	D1	6,0	8,7	13,5	21,6	26,1	43,0	51,2	71,5	79,2	93,8
	D2	5,3	8,6	14,7	23,5	33,2	45,5	52,0	71,1	76,2	91,9
	D3	5,9	9,1	15,2	23,5	31,7	38,3	44,7	55,9	59,8	70,5
NTA 93 2	D1	6,0	8,7	13,2	21,1	29,1	42,2	50,0	67,9	72,6	86,9
	D2	6,4	10,2	17,6	28,0	38,1	51,3	59,5	76,1	82,0	90,8
	D3	6,6	10,0	18,4	26,3	34,6	41,5	48,2	57,8	62,3	68,0
F variété		3,00	2,57	1,86	1,85	2,94	1,13	1,40	0,14	0,03	NA
Signification en %		9,21	11,77	18,15	18,35	9,50	29,80	24,71	71,65	86,39	
F densité		0,39	1,00	0,80	2,57	5,04	3,89	3,80	10,02	11,13	
Signification en %		68,88	38,36	46,36	9,46	1,43	3,32	3,55	0,05	0,04	
F interaction		1,05	0,64	2,01	0,76	0,10	0,56	0,81	0,65	1,24	
Signification en %		36,55	54,17	15,35	48,16	90,57	58,47	45,88	53,36	30,61	
CV en %		16,2	17,4	26,5	20,9	19,7	17,5	16,3	14,0	13,9	

## annexe 7 : croissance des cotonniers en nombre de nœuds de la tige principale

		nombre de nœuds à différentes dates après la levée (en jours)									
		14	21	28	35	42	49	56	63	70	77
NTA 93 15		2,9	4,4	7,0	9,4	10,8	12,8	13,9	16,0	17,4	19,0
NTA 93 2		3,0	4,7	7,1	9,6	11,2	13,0	14,1	15,9	16,9	18,5
D1		2,9	4,5	6,6	9,4	10,6	13,2 a	14,4 a	16,9 a	18,5 a	19,8
D2		2,9	4,6	7,4	9,6	11,2	13,3 a	14,3 a	16,3 a	17,2 b	19,3
D3		3,0	4,6	7,1	9,4	11,1	12,2 b	13,2 b	14,8 b	15,8 c	17,3
NTA 93 15	D1	3,0	4,4	6,7	9,5	10,3	13,2	14,3	16,9	19,1	20,2
	D2	2,7	4,3	7,6	9,3	11,0	13,0	14,1	16,2	17,3	19,4
	D3	2,9	4,5	6,5	9,3	11,0	12,2	13,3	14,9	15,9	17,5
NTA 93 2	D1	2,9	4,6	6,5	9,3	11,0	13,3	14,5	16,8	17,8	19,4
	D2	3,1	4,9	7,1	9,9	11,4	13,6	14,6	16,3	17,1	19,2
	D3	3,0	4,8	7,7	9,6	11,1	12,1	13,2	14,7	15,8	17,0
F variété		0,93	3,76	0,09	0,87	1,09	0,54	0,63	0,08	1,18	NA
Signification en %		34,55	6,11	76,25	36,25	30,81	47,52	44,14	77,72	28,77	
F densité		0,13	0,33	0,78	0,27	0,99	6,79	7,18	15,18	9,56	
Signification en %		87,95	72,82	47,44	77,00	38,84	0,45	0,35	0,01	0,09	
F interaction		1,68	0,45	1,06	0,72	0,23	0,57	0,33	0,07	0,60	
Signification en %		20,57	64,94	36,21	50,18	79,95	57,99	72,42	93,33	56,23	
CV en %		12,9	10,7	21,2	8,7	9,9	6,4	6,0	5,9	8,6	

## annexe 8 : taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères 1 à 5

		taux de rétention en % à différentes dates en jours après la levée						
		35	42	49	56	63	70	77
NTA 93 15		99,88	99,95	93,75	94,29	80,34	76,07	43,28
NTA 93 2		99,53	99,56	94,80	95,93	78,16	74,95	44,10
D1		99,97	99,86	95,39	95,95	82,43	77,28	47,10
D2		99,53	99,75	92,78	93,44	77,66	73,98	41,53
D3		99,52	99,77	94,55	95,85	77,55	75,24	42,46
NTA 93 15	D1	100,00	100,00	94,98	95,01	83,11	74,43	42,02
	D2	99,71	99,91	93,97	94,41	81,18	78,83	45,23
	D3	99,74	99,85	92,15	93,40	76,52	74,87	42,61
NTA 93 2	D1	99,87	99,45	95,78	96,80	81,74	80,01	52,22
	D2	99,30	99,52	91,48	92,40	73,93	68,82	37,88
	D3	99,24	99,69	96,53	97,75	78,57	75,61	42,32
F variété				0,30	0,90	0,31	0,05	
Signification en %				59,22	35,33	59,08	81,67	
F densité				0,64	0,85	0,69	0,15	
Signification en %				54,13	44,45	51,44	85,99	
F interaction				1,05	1,18	0,45	0,86	
Signification en %				36,58	32,54	64,71	43,75	
transformation				bliss	bliss	bliss	bliss	

## annexe 9 : taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10

		Taux de rétention en % à différentes dates en jours après la levée			
		56	63	70	77
NTA 93 15		99,79	93,89	92,87	51,45
NTA 93 2		99,80	91,08	90,83	52,26
D1		99,69	90,45	88,31	50,12
D2		99,73	92,53	92,56	56,54
D3		99,92	94,41	94,28	48,89
NTA 93 15	D1	99,32	92,08	89,74	46,87
	D2	100,00	94,01	93,67	59,93
	D3	99,68	95,36	94,79	47,49
NTA 93 2	D1	99,91	88,69	86,80	53,37
	D2	98,90	90,89	91,37	53,12
	D3	100,00	93,38	93,74	50,28
F variété			0,93	0,54	
Signification en %			34,69	47,42	
F densité			0,62	1,55	
Signification en %			55,20	23,02	
F interaction			0,01	0,02	
Signification en %			99,00	98,00	
transformation			bliss	bliss	

## annexe 10 : croissance des cotonniers en cm

		F ddl	taille des cotonniers en cm à différentes date après la levée (en jours)							
Kolondiéba			13	18	32	39	46	53	60	67
Yanfolila			14	21	35	42	49	56	63	70
Kolondiéba			6,0	9,2	24,0	32,1	43,6	50,9	66,7	72,0
Yanfolila			5,5	10,3	18,9	25,6	32,6	36,7	41,7	48,4
NTA 93 15			5,6	9,7	21,0	28,8	38,8	44,7	55,4	62,3
NTA 93 2			5,9	9,8	21,8	29,0	37,5	43,0	53,0	58,1
D1			5,7	9,4	18,8 c	26,4	37,9	44,0	55,9	63,7
D2			5,6	9,7	23,0 a	30,6	40,4	46,3	58,2	64,3
D3			5,9	10,2	22,3 b	29,6	36,1	41,2	48,5	52,7
NTA 93 15	D1		5,6	9,5	17,7	26,5	30,1	45,6	56,9	67,1
	D2		5,3	9,4	22,3	30,3	40,5	46,3	59,3	66,0
	D3		5,8	10,1	22,9	29,7	36,8	42,0	50,1	61,0
NTA 93 2	D1		5,8	9,2	19,3	26,4	36,6	42,5	54,9	60,3
	D2		6,0	10,1	23,7	31,0	40,2	46,2	57,0	62,6
	D3		6,0	10,2	21,7	29,6	35,5	40,4	47,0	51,4
F variété	1/1		3,25	0,02	0,30	0,00	0,11	0,11	0,47	0,78
Signification en %			32,78	89,95	67,37	96,99	78,98	78,48	61,53	53,82
F densité	2/2		10,78	4,19	683,18	1,34	0,91	1,34	1,81	4,06
Signification en %			8,51	19,35	0,11	42,71	52,47	42,68	35,61	19,85
F lieu variété	1/50		0,77	4,15	1,15	6,63	5,86	7,27	2,54	4,55
Signification en %			38,70	4,46	29,98	1,26	1,83	0,93	11,32	3,58
F lieu densité	2/50		0,05	0,33	0,01	2,70	2,41	1,91	3,65	2,81
Signification en %			94,89	72,50	99,00	7,53	9,78	15,71	3,23	6,82
F variété densité	2/2		0,51	12,17	0,25	0,57	0,26	0,31	0,01	0,25
Signification en %			66,05	7,60	79,78	63,54	79,37	76,46	99,00	80,20
F lieu variété densité	2/50		1,13	0,07	2,39	0,08	0,58	0,77	1,36	1,35
Signification en %			33,20	93,15	9,99	92,34	57,10	47,14	26,65	26,80

## annexe 11 : croissance des cotonniers en nombre de nœuds de la tige principale

		F ddl	nombre de nœuds à différentes dates après la levée (en jours)							
Kolondiéba		13	18	25	32	39	46	53	60	67
Yanfolila		14	21	28	35	42	49	56	63	70
Kolondiéba		2,9	4,6	7,0	9,5	11,0	12,9	14,0	16,0	17,2
Yanfolila		2,1	3,7	5,6	7,1	8,6	10,2	11,5	12,8	14,1
NTA 93 15		2,5	4,1	6,3	8,3	9,8	11,6	12,9	14,6	15,9
NTA 93 2		2,5	4,2	6,3	8,3	9,8	11,5	12,6	14,2	15,3
D1		2,4	4,1	6,1	8,4	9,8	12,0	13,2	15,1	16,6
D2		2,5	4,1	6,4	8,3	9,9	11,6	12,8	14,4	15,6
D3		2,6	4,2	6,4	8,2	9,7	11,1	12,2	13,6	14,7
NTA 93 15	D1	2,4	4,1 bc	6,2	8,5	9,8	12,0	13,3	15,3	17,1
	D2	2,4	3,9 d	6,6	8,2	9,8	11,7	12,9	14,7	15,9
	D3	2,6	4,2 ab	6,2	8,2	9,8	11,2	12,4	13,7	14,8
NTA 93 2	D1	2,5	4,1 c	6,0	8,2	9,9	11,9	13,1	15,0	16,0
	D2	2,6	4,3 a	6,3	8,4	9,9	11,6	12,7	14,2	15,3
	D3	2,6	4,2 ab	6,7	8,2	9,6	10,9	12,1	13,4	14,5
F variété	1/1	3,74	0,17	0,00	0,01	0,00	0,19	0,27	1,66	24,23
Signification en %		31,01	74,56	97,54	92,14	97,77	73,30	68,80	42,21	13,37
F densité	2/2	2,52	1,19	0,53	0,27	0,06	3,20	3,75	5,77	6,60
Signification en %		28,46	45,65	65,52	78,94	94,85	23,85	21,14	14,88	13,25
F lieu variété	1/50	0,20	5,70	0,30	1,58	2,51	2,73	4,84	1,73	0,22
Signification en %		66,26	1,98	59,20	21,22	11,57	10,06	3,08	19,12	64,75
F lieu densité	2/50	0,25	0,48	0,99	0,88	2,73	1,82	1,91	2,57	2,13
Signification en %		78,01	62,99	37,92	42,32	7,30	17,09	15,69	8,51	12,71
F variété densité	2/2	0,12	189,61	0,85	6,63	0,29	0,27	0,06	0,22	1,47
Signification en %		89,36	0,40	54,08	13,20	77,33	78,68	94,42	82,21	40,47
F lieu variété densité	2/50	2,24	0,01	1,03	0,13	0,26	0,42	0,38	0,29	0,39
Signification en %		11,54	99,00	36,70	87,74	77,38	66,58	69,05	75,58	68,68



## annexe 12 : résultats de production

F ddl		part (en %) de la production issue des			Rendement en kg/ha	
		premières positions des branches fructifères			branches végétatives	
		1 à 5	6 à 10	11 à 15		
Kolondiéba		52,8	9,7	0,2	10,3	522,9
Yanfolila		76,8	4,1	0,0	3,8	972,1
NTA 93 15		64,5	6,9	0,0	6,1	771,6
NTA 93 2		66,0	6,3	0,2	7,2	723,3
D1		44,8	8,5	0,2	18,3	551,9
D2		67,4	6,0	0,1	5,7	603,5
D3		81,4	5,5	0,0	1,0	1087,0
NTA 93 15	D1	45,5	9,0	0,0	19,4	580,7
	D2	67,1	5,9	0,2	4,8	572,3
	D3	79,1	6,1	0,0	0,5	1161,8
NTA 93 2	D1	44,1	8,1	0,7	17,3	523,1
	D2	67,7	6,1	0,1	6,6	634,7
	D3	83,5	5,0	0,0	1,6	1012,3
F variété	1/1	0,08	0,31	3,08	0,28	0,56
Signification en %		81,60	67,00	33,51	68,59	58,80
F densité	2/2	8,57	0,36	0,75	11,99	1,27
Signification en %		10,52	73,39	57,06	7,71	44,08
F lieu variété	1/50	1,83	0,34	0,47	1,57	1,80
Signification en %		17,91	57,09	50,14	21,33	18,28
F lieu densité	2/50	3,31	2,57	1,24	2,97	39,75
Signification en %		4,35	8,48	29,91	5,92	0,00
F variété densité	2/2	1,57	0,02	5,11	1,97	1,03
Signification en %		38,89	97,98	16,47	33,68	49,18
F lieu variété densité	2/50	0,15	2,17	0,52	0,28	1,58
Signification en %		86,36	12,23	60,14	75,96	21,46
transformation		bliss	bliss	bliss	bliss	